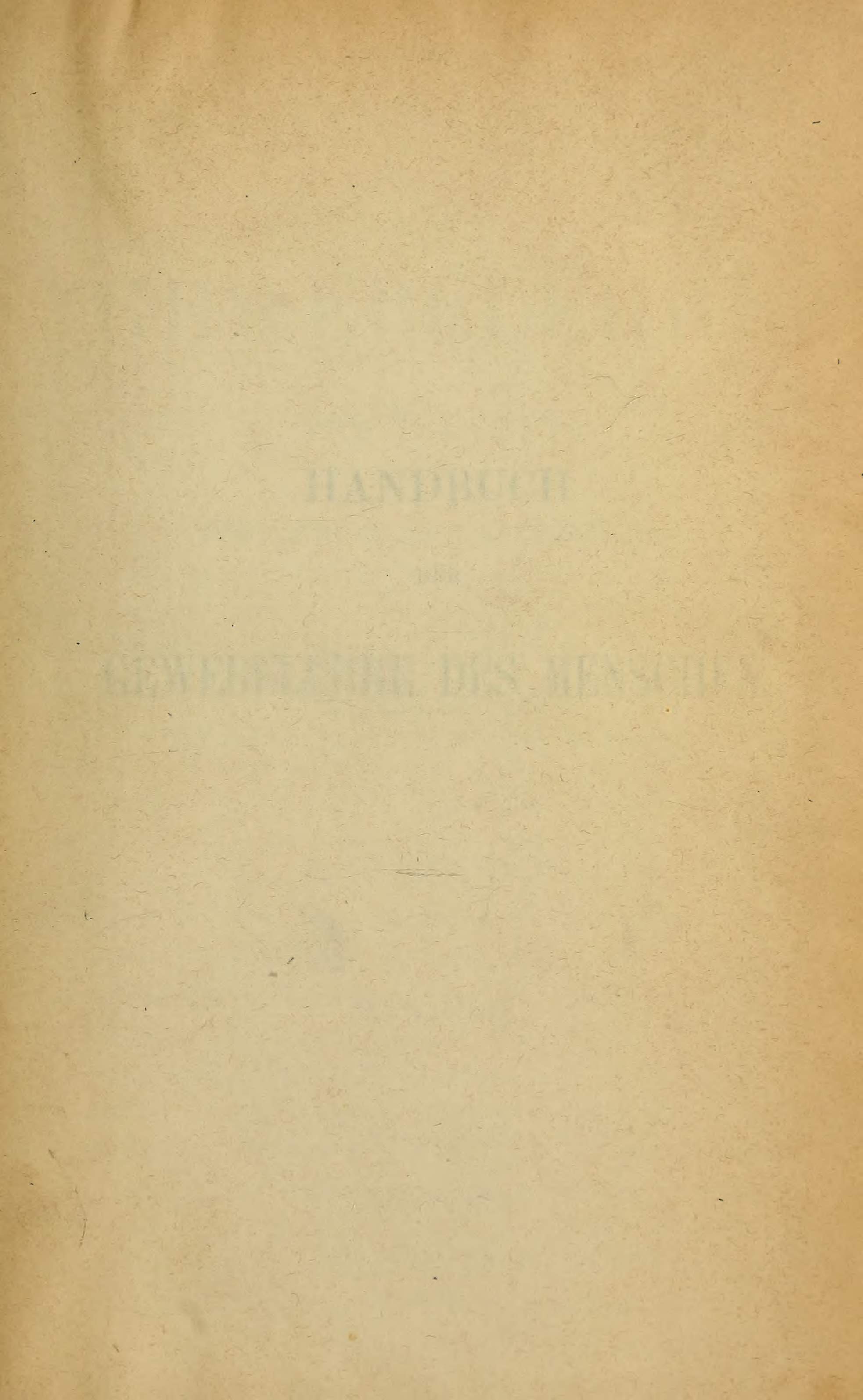
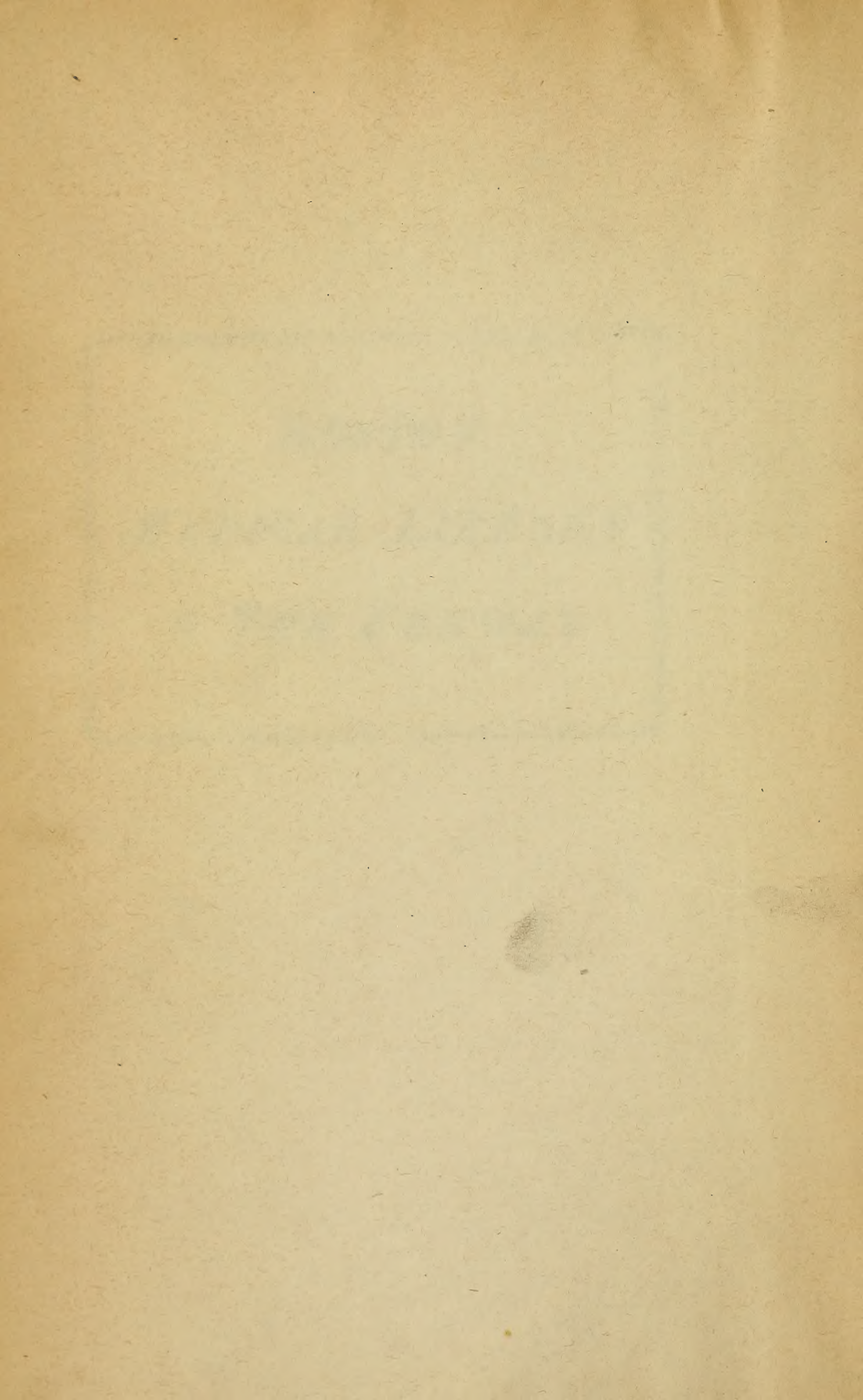






HANDBUCH

DER

GEWEBELEHRE DES MENSCHEN.

HANDBUCH

DER

GEWEBELEHRE

DES MENSCHEN.

FÜR AERZTE UND STUDIRENDE.

VON

A. KÖLLIKER,
PROFESSOR DER ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE IN WÜRZBURG.

MIT 355 HOLZSCHNITTEN.

DRITTE AUFLAGE.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1859.

VORREDE

ZUR ZWEITEN AUFLAGE.

Der zweiten Auflage dieses Werkes habe ich einige Bemerkungen vorauszuschicken. Die Fortschritte der Gewebelehre sind in unsern Tagen so bedeutend, dass trotz des kurzen Zeitraumes, der seit dem Erscheinen der ersten Auflage verstrichen ist, doch eine bedeutende Zahl von Zusätzen und Aenderungen nöthig wurde, und nenne ich vor Allem die Paragraphen, die von der Lederhaut, der Knochenentwickelung, dem Rückenmark, den Ganglien und Nervenenden, der Zahnentwickelung, den Magensaftdrüsen, der Milz, den Lymphdrüsen, der Retina, Linse und von der Schnecke handeln, als solche, denen besondere Berücksichtigung geschenkt wurde und in denen auch eine Zahl neuer Holzschnitte sich finden. Fast ganz umgearbeitet ist der allgemeine Theil, und mache ich mit Bezug auf diesen aufmerksam einerseits auf den Versuch, die Lehre vom Primordialschlauch und den secundären Zellenausscheidungen auch auf die thierische Gewebelehre auszudehnen, so wie andrerseits auf mein Bestreben, *Reichert's* Grundanschauung über die Bindesubstanz in einer den neueren Entdeckungen Rechnung tragenden und die Extreme vermittelnden Weise durchzuführen. Ausserdem glaube ich noch, gewissen Erscheinungen der Neuzeit gegenüber, hervorheben zu sollen, dass bei der Gruppirung der Gewebe nicht nur das morphologische und chemische

Verhalten der fertigen Gewebe, sondern auch und vor Allem die Entwickelungsgeschichte der Elementartheile sowohl als auch ihres materiellen Substrates ins Auge gefasst wurde, auf welche Weise allein ein haltbares System gewonnen und ein Zusammenwerfen der verschiedenartigsten Bildungen vermieden werden kann. Im Allgemeinen ging übrigens in dem ganzen Werke mein Bestreben dahin, die Thatsachen klar und rein darzustellen und versuchte ich so viel als möglich zwei Klippen zu vermeiden, welche von vielen Forschern unserer Tage zu wenig beachtet werden, nämlich die, die anatomische Erkenntniss von physiologischen Deductionen abhängig zu machen und den Analogien ungebürlich Rechnung zu tragen. So wichtig es auch dem Anatomen ist, eine klare Einsicht in den jeweiligen Standpunkt der Physiologie zu haben und die brennenden Fragen derselben scharf zu übersehen, so darf er sich doch nicht verleiten lassen, seinen Vermuthungen über den möglichen Zusammenhang und Gang der Functionen einen höhern Werth beizumessen, als den anatomischen Beobachtungen selbst, und was Analogien betrifft, so kann von einer wissenschaftlichen Bedeutung derselben nur dann die Rede sein, wenn keine bestimmten Thatsachen ihnen entgegenstehen, und ist die immer mehr um sich greifende Sitte, denselben gleichen oder gar höhern Rang beizulegen als wirklichen Erfahrungen, ein Missbrauch, der nicht genug getadelt werden kann.

Zum Schlusse noch ein Wort über die von mir versuchte Behandlung der Gewebelehre, welche von der gang und gäben, durch die Handbücher von *Henle*, *Bruns*, *Gerber* u. A. repräsentirten wesentlich abweicht. Die Gewebelehre ist für mich ein Theil der gesammten Anatomie, jedoch nicht der allgemeine Theil derselben, sondern die Lehre von den Elementartheilen, und hat als solche nicht nur die Schilderung der Elementartheile an und für sich und in ihrer Vereinigung zu den verschiedenen Geweben zur Aufgabe, sondern auch die Verfolgung des speciellen Verhaltens derselben in den verschiedenen Organen und Systemen, so dass dieselbe mithin, wie

der andere Theil der Anatomie, der die Formverhältnisse der Organe und Systeme behandelt, in einen allgemeinen und speciellen Theil zerfällt. Der Umstand, dass einzelne neuere Handbücher der Anatomie, entgegen dem früheren Usus, auch die Elementartheile in ihren Bereich ziehen, konnte mich nicht abhalten, die specielle Gewebelehre aufzunehmen, denn auch abgesehen davon, dass noch keine Anatomie existirt, in der dieselbe überall consequent gewürdigt ist — die histiologischen Details der Anatomien beschränken sich gewöhnlich auf die Drüsen, fehlen dagegen bei den Nerven, Knochen, Muskeln, Gefässen und Sinnesorganen — dass ferner die Mikroskopiker vom Fach auch für diese Seite die geeignetsten Bearbeiter sein möchten, so wollte ich eben ein Ganzes geben, statt wie die bisherigen allgemeinen Anatomien nur einen Theil. Ich glaube auch, dass diese schon von *Valentin, Todd-Bowman* und *Gerlach* angedeutete Behandlungsweise der Gewebelehre nicht nur den Vorzug hat, die unter dem unpassenden Namen der „Allgemeinen Anatomie“ gehende bisherige Histiologie von manchem nicht hierher gehörigen Ballaste, wie z. B. von den allgemeinen Sätzen der gewöhnlichen Anatomie, befreit und dieselbe in ein wissenschaftliches Gewand eingekleidet zu haben, sondern auch noch dadurch von Einfluss war, dass sie das früher fast ganz vernachlässigte Studium des histiologischen Baues der Organe in kurzer Zeit auf eine sehr hohe Stufe der Vollendung brachte, wodurch auch die Histiologie erst recht für die Physiologie und pathologische Anatomie von Bedeutung wurde und in der ganzen medicinischen Welt einen guten Klang erhielt.

Zürich im Herbst 1854.

A. Kölliker.

VORREDE

ZUR DRITTEN AUFLAGE.

Wenn auch Anlage und Richtung in dieser dritten Auflage im Allgemeinen ebenso geblieben sind, wie in den früheren, so ist doch im Einzelnen manches anders geworden. Die Lehre von der Zelle ist ganz umgearbeitet und hat dieser Theil besonders dadurch, dass die *Schwann*'sche Lehre einer freien Zellenbildung nun ganz aufgegeben ist, ein anderes Ansehen gewonnen, ganz abgesehen davon, dass auch die Lehre vom Primordialschlauch und den secundären Zellmembranen, so wie von den geformten Zellenausscheidungen, dann auch die Bewegungsphänomene der Zellen viel bestimmter hervorgehoben und mehr in's Einzelne ausgeführt sind als es bisher der Fall war. Bei der Eintheilung der Elementartheile, der Gewebe und Organe, wurde eine grössere Einfachheit und Uebereinstimmung angestrebt und namentlich das Gewebe der Blutgefässdrüsen fallen gelassen und die fraglichen Organe mit andern der Bindesubstanz angereiht. Einzelnheiten anlangend, so mache ich namentlich darauf aufmerksam, dass meine Stellung in der Frage über die Entwickelung des faserigen Bindegewebes immer dieselbe ist und fordere ich hier-

mit alle Diejenigen, welche der Ansicht huldigen, das Bindegewebe sei Intercellularsubstanz, auf, an der Hand der Entwickelungsgeschichte meine Angaben zu prüfen, damit diese Angelegenheit das subjective Gewand, das sie schon viel zu lange trägt, endlich auch abstreife. — Von neuen Holzschnitten enthält der Allgemeine Theil: Figg. 9, 10 und 26.

Aus den Neuerungen in der speciellen Gewebelehre hebe ich folgendes bedeutendere hervor. Bei den Muskeln ist die Gleichartigkeit der Fibrillen im Bau und das Gleichverhalten aller ihrer Theile bei der Contraction vertheidigt, gegenüber denen, welche eine Zusammensetzung derselben aus wesentlich verschiedenen Theilchen statuiren, ferner die Entwickelung der Muskelfasern aus einfachen Zellen. Hier finden sich auch die neuen Holzschnitte: Figg. 93, 94, 96, 97, 109, 112, 113. — Bei den Knochen ist die durch *H. Müller* weiter ausgeführte Theorie von *Sharpey* und *Bruch* angenommen, nach welcher bei der normalen Knorpelossification nicht die Knorpelzellen direct zu Knochenzellen werden, sondern erst deren Abkömmlinge. Neu sind hier die Figg. 136, 137, 140, 141, 143, 145. — Das Nervensystem anlangend, so wurde besonders das Rückenmark, dann die *Medulla oblongata*, das *Cerebellum* und die *Remak*'schen Fasern berücksichtigt und habe ich mich bemüht einerseits den Uebertreibungen fern zu bleiben, zu denen manche Forscher der neuern Zeit sich hinneigen, andererseits aber auch den wirklichen Errungenschaften der letzten Jahre gehörig Rechnung zu tragen. Neu sind hier nur die Figg. 152, 154, 160. — Beim Darmcanal berücksichtige man besonders die Schilderung der Epithelien (neue Figg. 225, 226), bei der Leber die Kritik von *Beale* und Fig. 236, bei der *Thyreoidea* die Würdigung der Arbeit von *Jendrássik*, bei den Geschlechtsorganen die Figg. 274, 267 und 277 über die Entwickelung der Samenfäden, die Epithelien des Nebenhodens und das Organ von *Giraldès*. Eine besondere Berücksichtigung endlich ha-

ben von den Sinnesorganen Nase und Ohr gefunden und wird man hier, ausser einer Reihe neuer Holzschnitte: Figg. 345, 346, 349, 350, 352, 354, eine auf neue Untersuchungen gegründete Darstellung der Schnecke und an *M. Schultze* sich anschliessende Schilderungen der Nervenenden im Vorhof und in der Riechschleimhaut finden.

Zürich im October 1858.

A. Kölliker.

Inhaltsverzeichniss.

Specielle Gewebelehre.

Seite

II. Von dem Munddarm. S. 355—406.

A. Von der Schleimhaut der Mundhöhle.

B. Von der Zunge.

C. Von den Drüsen der Mundhöhle.

1) Schleimdrüsen.

2) Balgdrüsen.

3) Speicheldrüsen.

D. Von den Zähnen.

III. Von den Schlingorganen. S. 406—409.

1. Schlundkopf (Pharynx).

2. Speiseröhre.

IV. Vom Darm im engern Sinne. S. 409—433.

Schleimhaut des Magens.

Schleimhaut des Dünndarms.

Schleimhaut des Dickdarmes.

Seite

Von den Nebennieren. S. 510—514.

Von den Geschlechtsorganen. S. 514—560.

A. Männliche Geschlechtsorgane. S. 514—535.

Weibliche Geschlechtsorgane. S. 535—554.

C. Von den Milchdrüsen. S. 554—559.

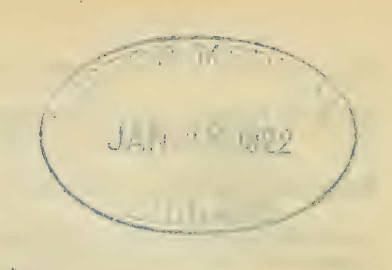
Vom Gefässsysteme. S. 560—615.

1. Vom Herzen. S. 560.

2. Von den Blutgefässen. S. 560—582.

3. Von den Lymphgefässen. S, 579—156.

4. Vom Blute und der Lymphe. S. 585—606.



Nachweis zu den Holzschnitten.

EINLEITUNG.

§. 1.

Die Lehre von dem elementären Bau der Pflanzen und Thiere ist eine Frucht der letzten zwei Jahrhunderte und beginnt mit *Marcellus Malpighi* (1628—1694) und *Anton v. Leeuwenhoek* (1632—1723) in der Zeit, in welcher zum ersten Mal den Forschern stärkere Vergrösserungsgläser, wenn auch noch in sehr einfacher Form, an die Hand gegeben wurden. Alterthum und Mittelalter wussten von den letzten Formbestandtheilen der Organismen nichts, denn wenn auch schon *Aristoteles* und *Galen* von gleichartigen und ungleichartigen Theilen *(partes similares et dissimilares)* des Körpers reden und *Fallopia* (1523—1562) den Begriff »Gewebe« noch bestimmter erfasst und selbst eine Classification derselben versucht hat *(Tractatus quinque de partibus similaribus* in *Oper. Tom. II. Francof.* 1600) so waren doch auch diesen Forschern die feinen Verhältnisse durchaus verborgen geblieben. So glänzend nun auch die ersten Schritte der jungen Wissenschaft an der Hand der genannten Männer, dann eines *Ruysch, Swammerdam* u. A. waren, so vermochten dieselben doch nicht, ihr eine gesicherte Stellung zu verschaffen, indem die Gelehrten einerseits der mikroskopischen Forschung noch viel zu wenig mächtig waren, als dass sie gleich mit Bewusstsein dem richtigen Ziele hätten nachstreben können, andrerseits aber auch zu sehr durch die Ausbildung anderer Disciplinen, wie der gröbern Anatomie, Physiologie, Entwickelungsgeschichte und vergleichenden Anatomie in Anspruch genommen wurden. So kam es, dass, einige vereinzelte und nur zum Theil bedeutungsvolle Erscheinungen *(Fontana, Muys, Lieberkühn, Hewson, Prochaska)* abgerechnet, die Gewebelehre im ganzen 18. Jahrhunderte keinen erheblichen Fortschritt machte und namentlich nicht über die Bedeutung einer unzusammenhängenden Sammlung von Einzel-Erfahrungen hinaus kam. Erst im Jahre 1801 sollte sich dieselbe den andern anatomischen Wissenschaften ebenbürtig an die Seite reihen durch das Genie eines Mannes, dem die Histiologie zwar keine grössern Entdeckungen verdankt, der es aber, wie keiner vor ihm, verstand, das vorhandene Material so zu ordnen und zur Physiologie und Medizin in Beziehung zu bringen, dass dasselbe für alle Zukunft Selbständig-

keit sich erwarb. In der That ist *F. X. Bichat's Anatomie générale*, *Paris* 1801 die erste wissenschaftliche Bearbeitung der Gewebelehre und für dieselbe schon desswegen Epoche machend; ausserdem erlangte dieselbe auch noch dadurch eine grosse Bedeutung, dass in ihr die Gewebe nicht nur von ihrer morphologischen Seite scharf aufgefasst und möglichst vollständig und logisch behandelt sind, sondern auch in ihren physiologischen Functionen und krankhaften Verhältnissen ausführlich erörtert werden. Zu diesem grossen innern Fortschritte kamen dann auch die in diesem Jahrhunderte immer weiter gedeihenden Verbesserungen der äussern Hülfsmittel, der Mikroskope, und ein je länger je mehr zunehmender Eifer für Naturforschung hinzu, so dass es nicht zum Verwundern ist, dass die Histiologie in den fünf Decennien desselben alles das weit hinter sich liess, was in den anderthalb Jahrhunderten ihres ersten Bestehens geschehen war. Namentlich von den 30ger Jahren an folgten sich die Entdeckungen so Schlag auf Schlag, dass es als ein wahres Glück zu betrachten ist, dass dieselben zugleich auch in einen solchen Zusammenhang kamen, dass die mikroskopische Anatomie der Gefahr entging, wie in früheren Zeiten in Einzelnheiten sich zu verlieren. Es wurde nämlich durch den i. J. 1838 von *C. Th. Schwann* gelieferten Nachweis der ursprünglich ganz gleichartigen Zusammensetzung der thierischen Organismen aus Zellen und der Entstehung ihrer höhern Formgebilde aus diesen Elementen der leitende Gedanke gegeben, der alle bisherigen Erfahrungen verband und auch für die ferneren Bestrebungen als maassgebend sich erwies. Wenn *Bichat* die Histiologie durch die Aufstellung eines Systems und die consequente Durchführung desselben mehr theoretisch begründete, so hat *Schwann* durch seine Untersuchungen dieselbe thatsächlich gesichert und sich so den zweiten Lorbeer in diesem Felde errungen. Was die Wissenschaft seit *Schwann* bis auf unsere Tage noch leistete, war zwar von der grössten Bedeutung für die Physiologie und Medicin und zum Theil auch vom rein wissenschaftlichen Standpunkte aus von hohem Werth, insofern als manches von *Schwann* nur Angedeutete oder kurz Besprochene, wie die Genese der Zelle, die Bedeutung des Zellenkernes, die Entwickelung der höhern Gewebe, die chemischen Verhältnisse derselben u. s. w., weiter fortgebildet wurde, allein alles dieses war doch nicht der Art, dass es um einen namhaften Schritt weiter, in eine neue Epoche geführt hätte. Dieser Stand der Gewebelehre wird so lange dauern, als es nicht gelingt, um ein Wesentliches weiter in die Tiefe des organischen Baues zu schauen und auch die Elemente zu erfassen, aus denen das, was wir jetzt noch für einfach halten, zusammengesetzt ist. Sollte es aber je möglich werden, auch die Molecüle zu entdecken, die die Zellmembranen, die Muskelfibrillen, die Axenfasern der Nerven u. s. w. bilden und die Gesetze ihrer Aneinanderlegung und Veränderungen bei der Entstehung, dem Wachsthum und der Thätigkeit der jetzigen sogenannten Elementartheile zu ergründen, dann würde auch für die Histiologie eine neue Aera beginnen und der Entdecker des Gesetzes der Zellengenese oder einer Moleculartheorie ebenso oder noch gefeierter werden als der Urheber der Lehre von der Zusammensetzung aller thierischen Gewebe aus Zellen.

§. 2.

Soll der *jetzige Standpunkt* der Gewebelehre und *ihre Aufgabe* etwas genauer bezeichnet werden, so ist vor allem nicht aus den Augen zu verlieren, dass dieselbe eigentlich nur die Betrachtung *Einer* der drei Seiten, welche an den Elementartheilen des Körpers eben so gut wie an den Organen zur Berücksichtigung kommen, nämlich der *Form*, sich zur Aufgabe setzt. Nur die *mikroskopischen Formen aufzufassen und die Gesetze ihres Baues und ihrer Bildung zu ergründen ist das*, worauf die mikroskopische Anatomie ausgeht, nicht aber eine Lehre von den Elementartheilen überhaupt zu sein. *Mischung* und *Function* derselben kommen daher eigentlich nur insoweit in Frage, als es sich handelt, ihre Beziehung zur Entstehung der Formen und ihrer Mannigfaltigkeit aufzufinden. Alles was sonst von der Thätigkeit der fertigen Elemente und von ihren chemischen Verhältnissen in der Gewebelehre sich findet, ist entweder aus praktischen Rücksichten da, um eine Nutzanwendung der morphologischen Verhältnisse oder eine Ergänzung derselben zu geben, oder wird nur so lange als nahe verwandt mitgeführt, als die Physiologie den Functionen der Elementartheile nicht die gebührende Stelle einräumt.

Wenn die Gewebelehre zum Range einer Wissenschaft sich erheben will, so erscheint es als ihre erste Aufgabe, eine möglichst breite und gesicherte objective Basis zu gewinnen. Zu diesem Ende sind die feineren Formverhältnisse der thierischen Organismen nach *allen Seiten* zu ergründen und zwar nicht nur bei den erwachsenen Geschöpfen, sondern auch in allen früheren Perioden von der ersten Entwickelung an. Sind die Formelemente vollständig erkannt, so ist dann das weitere Ziel den *Gesetzen* nachzuspüren, nach denen sie entstanden, sich weiter bildeten und schliesslich zu ihrer bleibenden Form gelangten, wobei man nicht wird umhin können, auch ihre Mischungsverhältnisse und ihre Verrichtungen ins Auge fassen. Um diese Gesetze zu finden, wird, wie bei Erfahrungswissenschaften überhaupt, aus der Gesammtsumme der einzelnen Thatsachen und Erscheinungen durch fortgesetzte Beobachtungen immer mehr das Zufällige von dem immer Vorhandenen, das Unwesentliche von dem Wesentlichen geschieden, bis nach und nach eine Reihe allgemeiner und allgemeinster Erfahrungssätze sich ergeben, für welche dann schliesslich mathematische Ausdrücke oder Formeln sich ableiten lassen werden, womit dann eben die Gesetze gefunden sind.

Frägt man wie die Histiologie diesen Desideraten entspricht und welche Aussichten sie für die nächste Zukunft hat, so fällt die Antwort sehr bescheiden aus. Nicht nur besitzt dieselbe *auch nicht ein einziges Gesetz*, sondern es ist auch das Material, aus dem dieselben abgeleitet werden sollen, noch verhältnissmässig so dürftig, dass nicht einmal eine grössere Zahl von allgemeineren Sätzen gesichert erscheinen. Um von einer vollständigen Kenntniss der feineren Zusammensetzung der Thiere überhaupt gar nicht zu reden, so kennen wir nicht einmal von irgend einem Geschöpfe den Bau durch und durch, selbst vom Menschen nicht, der doch schon so oft Gegenstand der Forschung war, und daher ist es eben auch bisher nicht möglich gewesen, die

Wissenschaft wesentlich ihrem Ziele näher zu bringen. Es wäre jedoch ungerecht, das zu verkennen und schmälern zu wollen, was wir besitzen, und darf immerhin ausgesprochen werden, dass schon jetzt ein reicher Schatz von Thatsachen und auch einige werthvollere allgemeine Sätze gewonnen sind. Um von den erstern nur das Wichtigste anzudeuten, mag erwähnt werden, dass wir einmal von den fertigen Elementartheilen der höhern Geschöpfe eine sehr befriedigende Kenntniss haben und auch von ihrer Entwickelung ganz genügend unterrichtet sind. Weniger erforscht ist die Art und Weise, wie dieselbe zu den Organen sich vereinen, doch ist auch in diesem Punkte in der neuern Zeit viel geschehen, namentlich beim Menschen, dessen einzelne Organe mit Ausnahme des Nervensystemes, der höhern Sinnesorgane und einiger Drüsen (Milz, Leber) nahe bis zum Abschlussee erforscht sind. Wenn hier die Leistungen in derselben Weise sich folgen wie bisher, so wird in wenigen Jahren der Bau des menschlichen Körpers so klar vorliegen, dass mit den uns jetzt zu Gebote stehenden Hülfsmitteln, ausser etwa im Nervensystem, nichts Wesentliches mehr zu leisten sein wird. Anders steht es mit der vergleichenden Histiologie, mit der man kaum begonnen hat und die auch in Anbetracht der Masse des Stoffes nicht Jahre, sondern Jahrzehnde zur Bewältigung brauchen wird. Wer hier etwas Erspriessliches leisten will, der muss durch Monographieen typischer Formen, die den Gesammtbau derselben von der ersten Entwickelung an umfassen, sich eine Uebersicht über alle Abtheilungen der Thiere verschaffen und dann an der Hand der oben bezeichneten Methode die Gesetze zu entwickeln suchen.

Was die allgemeinen Sätze der Histiologie anlangt, so ist die Wissenschaft seit *Schwann* in manchen Beziehungen fortgeschritten, immerhin bleiben *Schwann's* Lehren in ihren Grundzügen gesichert. Die Behauptung, dass alle höhern Thiere einmal ganz und gar aus Zellen bestehen und ihre höhern Elementartheile aus solchen entwickeln, steht fest, wenn auch dieselbe nicht so aufzufassen ist, als ob nun gerade Zellen oder ihre Derivata die einzigen möglichen oder vorhandenen Elemente der Thiere seien. Ebenso sind *Schwann's* Auffassungen der Genese der Zellen, wenn auch bedeutend modificirt und erweitert, doch in sofern stehen geblieben, als immer noch der Zellenkern als der Hauptfactor der Zellenbildung und Zellenvermehrung dasteht. Am wenigsten weit vorgeschritten sind wir mit Bezug auf die Gesetze, die bei der Entstehung der Zellen und der höhern Elemente obwalten, und ebenso müssen unsere Kenntnisse über die elementären Vorgänge bei der Bildung der Organe noch als sehr mangelhaft bezeichnet werden. Doch ist der richtige Weg zur Aufhellung auch dieser Punkte betreten und wird sicherlich dort eine consequente Erforschung der chemischen Verhältnisse der Elementartheile und ihrer Molecularkräfte im Sinne der Untersuchungen von *Donders*, *Dubois*, *Ludwig* u. A. zusammen mit einer immer tiefer dringenden mikroskopischen Analyse derselben, wie sie namentlich bei den Nervenröhren und Muskelfasern sich geltend gemacht, und hier eine histiologische Behandlung der Entwickelungsgeschichte,

wie sie von *Reichert*, *Vogt*, mir und *Remak* versucht worden ist, den Schleier immer mehr lüften und dem, wenn auch nie ganz zu erreichenden Ziele doch Schritt für Schritt stets näher führen.

Als wichtigste Erwerbungen, die seit *Schwann* in allgemeiner Beziehung gemacht worden sind, möchten folgende zu bezeichnen sein: 1) Der durch *Reichert* angebahnte und durch *Virchow* zur Vollendung gediehene Nachweis der Zusammengehörigkeit von Bindegewebe, elastischem Gewebe, Knorpel und Knochen oder die Aufstellung der Gruppe der Bindesubstanz. 2) Der durch die embryologischen Forschungen von *Reichert*, mir und *Remak* und die pathologischen Untersuchungen von *Virchow* gegebene Beweis, dass eine freie Zellenbildung nicht existirt, vielmehr alle Zellen in Abhängigkeit von einander sich entwickeln. 3) Die Einführung der Lehre von dem Primordialschlauch und den secundären Zellmembranen in die thierische Histiologie durch *Remak* und mich und der von mir gelieferte Nachweis der grossen Verbreitung secundärer Zellenausscheidungen. 4) Endlich die Entdeckung eines complicirten (porösen) Baues vieler Zellmembranen durch mich.

§. 3.

Die Hülfsmittel zum Studium der Gewebelehre können hier nur kurz angeführt werden. Was die Literatur anlangt, so finden sich die wichtigeren monographischen Arbeiten bei den einzelnen Abschnitten citirt, und werden daher hier nur die grössern selbständigen Werke aufgeführt. Billig stellt man *Schwann's* Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin 1839, im Auszug in *Fror.* Notizen 1838, oben an, als die passendste Einleitung in die Gewebelehre. Ausserdem sind zu nennen *X. Bichat Anatomie générale. Tom. IV. Paris* 1801, übersetzt von *Pfaff.* Leipzig 1805; *E. H Weber* Handbuch der Anatomie des Menschen von *Hildebrandt.* Bd. 1, allgemeine Anatomie. Braunschw. 1830, ein für die damalige Zeit ausgezeichnetes und auch jetzt noch an und für sich und als Fundgrube für die ältere Literatur unumgänglich nöthiges Werk; *Bruns* Lehrbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen. Braunschweig 1841, sehr klar, bündig und gut; *Henle* allgemeine Anatomie, Leipzig 1841, mit klassischer Darstellung des Zustandes der Lehre von den Elementartheilen im Jahre 1840, vielen eigenen Angaben und physiologischen, pathologischen und historischen Bemerkungen, *G. Valentin*, Artikel »Gewebe« in *R. Wagner's* Handwörterbuch der Physiologie, Bd. 1. 1842; *R. B. Todd* und *W. Bowman the physiological anatomy and physiology of man. Volum. I.* u. *II. London* 1845—56, grösstentheils auf eigene Untersuchungen basirt, sehr fasslich und gut; *Quain's Anatomy*, 6. *Ed.*, *edited by W. Sharpey and G. Ellis. London* 1856, mit kurzer aber vortrefflicher Darstellung der allgemeinen Gewebelehre durch *Sharpey. Bendz Haandbog i den almindelige Anatomie. Kiöbenhavn* 1846 u. 47, mit fleissigen historischen Uebersichten; *A. Kölliker* mikroskopische Anatomie oder Gewebelehre des Menschen. 2. Band, specielle Gewebelehre, in zwei Hälften. Leipzig 1850—54, mit möglichst vollständiger Darstellung des feineren Baues der Organe und Systeme des Menschen; *Gerlach*, Handbuch der Gewebelehre. 2. Aufl. Mainz 1854; *Harting Het Mikroskoop*, Bd. IV. *p.* 159—315. Tab. III; *Schlossberger*, Erster Versuch einer allg. und vergl.

Thierchemie, Leipzig 1856—57; *Leydig*, Lehrbuch der Histiologie des Menschen und der Thiere, Frankfurt 1857.

Dann sind noch zu vergleichen die Jahresberichte von *Henle* in *Canstatt's* Jahresbericht und die von *Reichert* in *Müller's* Archiv.

Die pathologische Gewebelehre, die für den, der in der normalen Histiologie einen allgemeinen Standpunkt einnehmen will, unumgänglich nöthig ist, hat nur wenige umfassende Bearbeitungen aufzuweisen. Ich nenne *J. Müller*, Ueber den feineren Bau und die Formen der krankhaften Geschwülste. Berlin 1838; *J. Vogel, Icones histiologiae pathologicae Lips.* 1842; *Günsburg*, Die path. Gewebelehre. 2 Bde. Leipzig 1845—48; *Lebert, Physiologie pathologique. 2 Vol. Paris* 1845; *J. Wedl*, Grundzüge der path. Histiologie. Wien 1853; *A. Förster*, Allg. path. Anatomie, 1855. Ausserdem sind von der grössten Wichtigkeit die Aufsätze von *R. Virchow* in seinem Archiv, in den Würzburger Verhandlungen und in seinen »Gesammelten Abhandlungen«, Frankfurt 1856, dem von allen lebenden path. Anatomen die reichsten Erfahrungen in der Histiologie zu Gebote stehen.

Brauchbare Abbildungen finden sich in allen oben citirten Werken, mit Ausnahme derer von *Bichat, Weber* und *Bruns*, ferner sind die Abbildungen von Injectionen in *Berres* »Anatomie der mikroskopischen Gebilde des menschlichen Körpers«, Heft 1—12, Wien 1836—42, grösstentheils ausgezeichnet, ebenso die Darstellungen der Gewebe und Organe in »*R. Wagner's Icones physiologicae*«, 2. Ausgabe, besorgt von *A. Ecker*, trefflich. Mittelmässig sind die Abbildungen von *C. J. M. Langenbeck* mikroskopisch-anatomische Abbildungen, Lief. 1—4, Göttingen 1846—51; *Donné, Cours de Microscopie, Paris* 1844, *avec atlas; A. H. Hassall, The microscopic anatomy of the human body, London* 1846—49 und *Mandl, Anatomie microscopique, Paris* 1838—48; dagegen ganz brav die von *Queckett, Catalogue of the histological series in the royal college of surgeons of England. Vol. I. London* 1850. *Vol. II.* 1855. Sehr gut ist *Funke's* Atlas zu *Lehmann's* physiologischer Chemie, 2. Aufl. Leipzig 1858.

Was Mikroskope anlangt, so will ich meine Meinung dahin abgeben, dass von den leichter zugängigen die von *Plössl, Hartnack (Oberhäuser), Nachet, Schiek* und *Kellner* in erster Linie stehen. In Italien verfertigen *Amici*, in England *Ross, Powell, Smith and Beck, Pillischer* u. A. Instrumente, die den genannten ganz die Waage halten, aber für Deutschland nicht weiter in Frage kommen können. In kleinen wohlfeilen, jedoch noch ausgezeichnet brauchbaren Mikroskopen für Studirende und Aerzte zu 115—150 Fr. leisten *Hartnack (Place Dauphine* 19*)* und *Nachet (Rue Serpente* 16*)* in Paris das Beste. Auch die kleinen *Schiek* für 40 Thlr. und die *Plössl* zu 70—100 Fl. wären sehr dienlich, wenn diese Optiker dieselbe Productivität entwickelten wie die Pariser. Die Mikroskope von dem leider zu früh verstorbenen *Kellner* in Wetzlar sind ausgezeichnet und auch die von seinem Nachfolger *Bethle* sehr gut. Wegen des Gebrauches des Mikroskopes verweise ich auf *J. Vogel* Anleitung zum Gebrauche des Mikroskopes, Leipzig 1841; *H. v. Mohl*, Mikrographie, Tübingen 1846; *Harting, het Mikroskoop, deszelfs gebruik, geschiedenis en tegenwoordige toestand. Utrecht* 1848—54, 4 *Thle.; Purkyně*,

Artikel »Mikroskop« in *Wagner's* Handwörterb. der Physiol., Bd. 2. 1844, in welchen Werken, sowie in den Schriften von *Queckett, a practical treatise on the use of the microscope, Lond.* 1848, übers. von *Hartmann*, Weimar 1850; *Robin, du microscope et des injections dans leurs applications à l'anatomie et à la pathol. Paris* 1848 und *Lionel Beale, The microscope and its application for clinical medecine, London* 1854, auch die Zubereitung der mikroskopischen Objecte zum Theil sehr ausführlich besprochen ist. Eine sehr empfehlenswerthe kleine Schrift ist auch: *Hannover,* das Mikroskop, seine Construction und sein Gebrauch, aus dem Dänischen übers. und mit Zusätzen versehen von *O Funke*, Leipzig 1854.

Eine Sammlung mikroskopischer Präparate ist für ein genaueres Studium der Gewebelehre unumgänglich nöthig, vor allem Knochen- und Zahnschliffe und Injectionen. Ein jeder kann mit geringer Mühe eine solche in kleinem Maassstabe sich selbst anlegen, wozu er die Anleitung in den am Ende eines jeden Abschnittes des speciellen Theiles stehenden Paragraphen, sowie in den eben citirten Werken findet. Ausserdem sind mikroskopische Präparate auch käuflich zu haben beim mikroskopischen Institut in Wabern bei Bern oder bei *Schäffer u. Co.* in Magdeburg, bei *Topping (4 New Winchester Str., Pentonville)*, *Smith and Beck (*6 *Coleman Str., City)*, *Norman (*14 *Fountainplace, City road)*, *Pillischer (*88 *New-Bond Str.)*, *Hett* u. A. in London, bei *Bourgoigne (Rue Massillon 4)* und *Poteau (Jardin des Plantes)* in Paris. Die grössten Privat- und öffentlichen Sammlungen mikroskopischer Präparate finden sich in Wien bei *Hyrtl* (Injectionen), in Utrecht bei *Harting* und *Schröder v. d. Kolk* (Injectionen, Schliffe, Muskeln, Nerven), in London im *College of surgeons* (thierische und pflanzliche Gewebe aller Art), bei *Tomes* (Zahn- und Knochenschliffe), *Carpenter* (Hartgebilde niederer Thiere), *Lockhart Clarke* (centrales Nervensystem), *L. Beale* (Injectionen, bes. Leber), *A. Farre* (Eihäute, Placenten), *Bowerbank* (*Spongien*) und bei *Williamson* in Manchester (Zähne und Knochen, bes. von *Ganoiden* und *Sauriern*). In Deutschland finden sich meines Wissens ausser bei *Hyrtl* solche Sammlungen in Giessen bei *Leuckart* und *Welcker*, in Erlangen bei *Gerlach* und *Thiersch* (Injectionen), in Cassel bei *Stilling* (centr. Nervensystem), in Frankfurt beim mikr. Verein und in Würzburg bei *H. Müller* (Augen) und mir.

Allgemeine Gewebelehre.

I. Von den Elementartheilen.

§. 4.

Untersucht man die festen und flüssigen Bestandtheile des menschlichen Körpers mit Hülfe stärkerer Vergrösserungen, so zeigt sich, dass die mit blossem Auge sichtbaren kleinsten Elemente derselben, wie Körner, Fasern, Röhren, Häute, noch nicht die letzten Formbestandtheile sind, dass vielmehr Alle neben einer überall verbreiteten ganz flüssigen oder halbweichen, oder selbst festen, gleichartigen Zwischensubstanz noch kleine Formtheilchen enthalten, die nach den Organen verschieden sind und in gleichen Organen immer in gleicher Weise wiederkehren. Diese sogenannten Elementartheile sind mannichfacher Art, doch ergibt ein genaueres Studium vor allem ihrer Entwickelung, dass die bei weitem überwiegende Mehrzahl derselben auf eine einfache Grundform, die bläschenförmigen Zellen, zurückzuführen ist, welche nicht nur als der Ausgangspunkt eines jeden pflanzlichen und thierischen Organismus erscheinen, sondern auch, entweder als solche oder nach Eingehung verschiedenartiger Metamorphosen, den vollendeten thierischen Leib zusammensetzen und in den einfachsten pflanzlichen und thierischen Bildungen (einzelligen Thieren und Pflanzen) sogar Selbständigkeit besitzen. Verglichen mit den Zellen und ihren Abkömmlingen sind die andern noch vorkommenden Elementarformen, nämlich die in den Zwischensubstanzen enthaltenen Krystalle, Körner, Bläschen und Fasern von ganz untergeordnetem Belang und kann von einer besondern Betrachtung derselben um so eher Umgang genommen werden, als viele derselben (Körner und Bläschen der Drüsensäfte, Samenfäden) von zu Grunde gegangenen Zellen abstammen und bei den andern wenigstens die Zwischensubstanzen, die sie enthalten, ihrer Entwickelung zufolge in dem innigsten Zusammenhange mit Zellen stehen. Ausserdem ist auch die Betheiligung dieser Formen an der Bildung der Gewebe eine sehr geringe, wogegen sie allerdings insofern eine grosse Wichtigkeit besitzen, als sie fast alle auch im Innern der Zellen sich finden und

in mannigfacher und zum Theil bedeutungsvoller Weise in den Lebensprocess derselben eingreifen.

Die Zellen und ihre Abkömmlinge lassen sich am passendsten in zwei Gruppen scheiden, die wir als einfache und höhere Elementartheile bezeichnen. Zu den ersten rechnen wir alle selbständig und isolirt bestehenden Zellen, zu den letztern jene Formen, die durch Verschmelzung einer ganzen Summe von Zellen entstehen. Es darf jedoch nicht verkannt werden, dass eine scharfe Scheidung zwischen diesen beiden Gruppen nicht existirt, insofern als in gewissen Fällen (quergestreifte Muskelfasern) die Zellen so weitgehende Veränderungen erleiden, dass sie wenigstens physiologisch und zum Theil auch anatomisch ganze Zellencomplexe repräsentiren, während dieselben in andern Fällen (anastomosirende Saftzellen, Pigmentzellen u. a. m.), obschon mit einander verbunden, doch ihre Selbständigkeit fast vollständig bewahren. Die gegebene Eintheilung hat daher vorzüglich den Zweck, die Darstellung der zahlreichen Formen der Elementarlehre möglichst zu erleichtern.

So lange die Ansicht von *Schwann* und *Schleiden* Geltung hatte, dass die Zellen frei in den flüssigen Zwischensubstanzen des Körpers sich bilden, konnte die Gewebelehre nicht anders als diesen Zwischensubstanzen und den in ihnen vorkommenden Formen (Körner, Bläschen, freie Kerne) gehörig Rechnung tragen und musste es selbst als zweckmässig erscheinen, diese Gebilde zum Ausgangspunkt der ganzen Darstellung zu wählen, wie es in den früheren Auflagen geschehen ist. Nun aber gezeigt ist, dass eine solche Zellenbildung nicht existirt, vielmehr der Organismus in ununterbrochener Folge der Formen aus der Eizelle sich aufbaut, treten die Zwischensubstanzen mehr in den Hintergrund und ist es das naturgemässeste die Zelle zum Mittelpunkt der Schilderung der Elementartheile zu machen.

A. Einfache Elementartheile.

§. 5.

Von den niederen Elementartheilen des ausgebildeten Organismus bestehen sehr viele aus einfachen bläschenförmigen Zellen, welche den ursprünglichen Character den sie zur Zeit der embryonalen Entwickelung hatten in nichts Wesentlichem aufgegeben haben, obschon sie allerdings oft durch Grösse, Form und chemische Zusammensetzung sich auszeichnen. Ein anderer Theil dagegen begreift Zellen in sich, die im Laufe der Zeit mannigfache Umänderungen erlitten und in Folge dieser zu Gebilden sich umgewandelt haben, bei denen es, wegen ihrer oft colossalen Grösse und eigenthümlichen Structur, nicht immer leicht ist, ihre wirkliche Herkunft und Bedeutung zu erkennen. Wir werden nun im Folgenden zuerst ausführlich von den einfachen Zellen des fertigen Organismus handeln und bei dieser Gelegenheit auch alles Wichtige beibringen, was sich auf diese Elemente überhaupt bezieht, in zweiter Linie sollen dann auch die metamorphosirten Zellen jedoch mehr nur in Kürze zur Besprechung kommen, da eine weitere Würdigung dieser Gebilde bei den Geweben folgen wird.

1. Von den einfachen Zellen.

§. 6.

Die Zellen, *cellulae*, auch Elementarzellen oder Kernzellen genannt, sind vollkommen geschlossene Bläschen von 0,005—0,01''' (1/200—1/100''') mittlerer Grösse, an denen eine besondere Hülle, die Zellmembran, und ein Inhalt zu unterscheiden sind. Der letztere besteht immer aus Flüssigkeit, häufig auch aus geformten Theilchen dieser oder jener Art und enthält ausserdem einen besondern rundlichen Körper, den Zellenkern, *Nucleus*, der wiederum Flüssigkeit und ein noch kleineres Körperchen, das Kernchen oder Kernkörperchen, *Nucleolus*, in seinem Innern führt. Diese Zellen nun, die als mit besonderen Verrichtungen begabt und der Stoffaufnahme und Verarbeitung, des Wachsthumes und der Vermehrung fähig zu denken sind, müssen als die wesentlichen und characteristischen Formeinheiten aufgefasst werden, insofern als jedes Thier ursprünglich aus einer Zelle (dem Ei) besteht und alle mehrzelligen höheren Geschöpfe in unmittelbarer Formfolge aus der ersten Eizelle alle ihre spätern Elementartheile ableiten, mögen dieselben auch noch so zusammengesetzt sein. Allein nicht blos vom anatomischen, auch vom physiologischen Gesichtspunkte aus erscheinen die Zellen als die wesentlichen Einheiten der organischen Natur und wird jede wissenschaftliche Darstellung der Lebensvorgänge von ihnen auszugehen haben.



Fig. 1.

Es ist noch nicht ganz entschieden, welche Rolle die Zellen bei der Zusammensetzung der einfachsten Thiere spielen. *C. Th. v. Siebold* und ich haben die Behauptung ausgesprochen, dass die Protozoen ebenso wie die einfachsten Pflanzen einzellige Organismen seien, wogegen *J. Müller's* Schüler *Lachmann* und *Claparède* u. A. einer entgegengesetzten Ansicht sich zuneigen. Meiner Meinung nach haben jedoch die alle Anerkennung verdienenden Untersuchungen dieser Beobachter noch keine Thatsache zu Tage gefördert, welche die Unrichtigkeit oder Unmöglichkeit der Auffassung von *v. Siebold* und mir beweist und werde ich daher, so lange als der mehrzellige Bau der Protozoen nicht demonstrirt ist, an ihrer einzelligen Natur festhalten, um so mehr als es keinem gegründeten Zweifel unterliegen kann, dass das Thierreich ebenso wie das Reich der Pflanzen mit einzelligen Organismen beginnt. Ich halte es übrigens nicht für unmöglich, dass es in einer spätern Zeit gelingen wird, gewisse Abtheilungen, wie z. B. die Vorticellinen und Rhizopoden als mehrzellige Organismen von den Protozoen abzuzweigen, während der Rest als einzellig stehen bleibt. Bei allen über den Protozoen stehenden Thieren möchte es als ausgemacht betrachtet werden dürfen, dass ihr Leib aus einem Zellencomplexe hervorgeht, doch ist der zellige Bau in gewissen Fällen, wie namentlich bei den Spongien (*Lieberkühn*), nur schwer zu erkennen.

Der neuern physikalischen Physiologie gegenüber, wie sie wenigstens in *Ludwig's* Lehrbuch der Physiologie repräsentirt ist, muss die Zelle als anatomische und physiologische Einheit, als wirkliche organische Grundform, die durch eigene Thätigkeit sich erhält und weiter bildet, festgehalten werden. Die Darstellungen des Zellenlebens und die

Fig. 1. Nervenzellen des *Thalamus opticus* des Menschen, drei davon mit abgerissenen Fortsätzen. 350mal vergr.

ganze Auffassung der Bedeutung der Zellen, die sich in dem so ausgezeichneten Werke *Ludwig's* finden, sind deswegen weniger gelungen, weil sie, unter der Voraussetzung der Richtigkeit der alten *Schleiden-Schwann*'schen Auffassung der Zellenbildung, die Entstehung der organischen Formen als durch äussere Einwirkungen vor sich gehend auffassen, wobei dann natürlich die Einsicht in die Bedeutung der Zelle als solcher nicht so leicht zu gewinnen ist. Berücksichtigt man, dass die Entwicklungsgeschichte schon lange gezeigt hat, dass es einzig und allein die Eizelle ist, die in ununterbrochener Entwickelungsreihe den ganzen Organismus darstellt, sowie dass die neuern Untersuchungen mit immer grösserer Bestimmtheit darthun, dass eine freie Zellenbildung nicht existirt, so gelangt man zu einer andern Anschauung über diese Verhältnisse und ergiebt sich, wenn man nicht in einer für exacte Forschung ganz transcendenten Weise auf die erste Schöpfung organischer Gestalten zurückgehen will, die Nothwendigkeit, die Zelle als Ausgangspunkt auch der physiologischen Betrachtung zu wählen. Mit dieser Forderung ist natürlich die Erforschung der physikalischen und chemischen Vorgänge in den Zellen nicht ausgeschlossen, vielmehr hat auch schon die Histiologie eine weitergehende Analyse der Zellenthätigkeit als wichtiges Desiderat anerkannt (S. §. 2). Man vergleiche übrigens über diese Frage auch die Berichte von **Reichert** aus den Jahren 1855 und 1856.

§. 7.

Grösse und Form der Zellen, Membran, Kern, Kernchen. Eine genauere Betrachtung der Verhältnisse der Zellen zeigt folgendes. Ihre Grundform ist die einer Kugel, die allen Zellen in ihrem ersten Lebensalter, vielen, wie namentlich den in Flüssigkeiten befindlichen (Fettzellen, farblose Blutzellen u. A.) beständig zukömmt. Andere auftretende Gestalten sind: 1) die linsen- oder scheibenfömige (rothe Blutzellen); 2) die polygonale (Pflasterepitheliumzellen); 3) die kegel- oder pyramidenförmige (Flimmerepithelium); 4) die cylindrische (Cylinderepithelium); 5) die spindelförmige (Epithel der Gefässe); 6) die sternförmige (Nervenzellen). — Die Grösse der Zellen sinkt auf der einen Seite, so bei vielen jungen Zellen, den Blutzellen u. s. w., bis zu 0,002—0,005''' herunter und erreicht auf der andern, wie bei den Cysten des Samens und den Ganglienzellen, die von 0,02—0,04'''. — Die grössten thierischen Zellen sind die Zellen der Speicheldrüsen von Insecten, die bis 0,1''' messen, die Dotterzellen oder Eier, namentlich der Vögel, Amphibien und Fische und einige aus einer einzigen Zelle bestehenden Thiere, die, wie gewisse Gregarinen, bis 0,7''' erreichen.

Die Membran der Zellen ist meist sehr zart, glatt, kaum isolirbar und von einfachen Contouren bezeichnet, seltener von ziemlicher Festigkeit und messbarer Dicke. Bei gewissen Zellen, wie bei den Knorpelzellen, lassen sich zwei Membranen unterscheiden, von denen die eine innere mit einem der Botanik entlehnten Namen als Primordialschlauch, *Utriculus primordialis (H. v. Mohl)* oder als primäre Membran, die andere als secundäre Zellmembran bezeichnet werden kann. Die letztere, der Cellulosenmembran der Pflanzenzellen entsprechende Haut ist wie diese ein Ausscheidungsproduct der primären Zelle. Die Structur anlangend, so galten die Zellenmembranen bisher für ganz homogen, seit ich jedoch in der secundären Membram der Darmcylinder Poren aufgefunden und nachgewiesen habe, dass eine Reihe anderer, zum Theil schon bekannter Poren (Eier, Cuticularbildungen

der Gliederthiere und Mollusken) ebenfalls die Bedeutung von Lücken in secundären Zellenausscheidungen haben, wird es sehr wahrscheinlich, dass auch die primären Zellenmembranen solche Poren besitzen und habe ich auch schon an einigen Orten Andeutungen solcher gesehen. In gewissen Zellmembranen finden sich selbst grössere Oeffnungen (Mikropylen der Eier, Ausmündungen einzelliger Drüsen), deren Entwicklung wenigstens bei den erstern, noch nicht erkannt ist.

Die Zellmembranen bestehen aus einer stickstoffhaltigen Substanz, die bei jungen Zellen unzweifelhaft ein Eiweisskörper ist, wie aus ihrer Löslichkeit in Essigsäure (zum Theil schon in der Kälte) und in verdünnten kaustischen Alkalien sich schliessen lässt. Später wird die Membran bei vielen Zellen, jedoch lange nicht bei allen (z. B. bei den Blutkörperchen, tiefsten Epidermis- und Epithelialzellen, den Zellen der drüsigen Follikel nicht) unlöslicher und nähert sich hie und da der Substanz des elastischen Gewebes mehr oder weniger, welche Umwandlung vielleicht vor Allem die secundären Zellmembranen betrifft.

Im Innern der Zellen findet sich zu einer gewissen Zeit constant ein oder mehrere Kerne, ausserdem Flüssigkeit und häufig auch Körner und Bläschen und andere Formgebilde von verschiedener Natur. Zellen, die nur Flüssigkeit führen, sind selten (Fettzellen, Blutzellen, Zellen der Chorda) und ist dieselbe farblos oder röthlich; die meisten enthalten ausserdem auch andere noch zu besprechende Körperchen in grösserer oder geringerer Zahl und zwar haben in der Regel junge Zellen wenige, ältere viele derselben in sich, die sehr oft um den Kern dichter gruppirt sind oder nur eine einzige Stelle einnehmen (gefärbte Nervenzellen).

Genauer betrachtet verhält sich der Inhalt der Zellen folgendermaassen:

Der Zellenkern ist ein kugeliger oder linsenförmiger, wasserheller oder in's Gelbliche spielender Körper, der im Mittel 0,002—0,004''' misst, in selteneren Fällen jedoch die Grösse von 0,01—0,04''' erreicht, wie in Ganglienkugeln und Eiern. Alle Kerne sind Bläschen, was schon *Schwann* vermuthete und ich an Embryonen und erwachsenen Geschöpfen als allgemeine und ursprüngliche Bildung nachwies. Ihre Hülle ist bei kleineren sehr zart und erscheint als eine einfache feine dunkle Linie, bei den grösseren ist sie stärker, selbst von messbarer Dicke und von doppelten Rändern begrenzt, so bei den Kernen der Ganglienkugeln, Eier und vieler embryonaler Zellen, in welchem Falle sie selbst Andeutungen von Poren zeigt, wie ich an den Kernen von Fischeiern (den Keimbläschen) und der Zellen der Spinngefässe von Raupen gefunden habe. Der Inhalt der Kernbläschen besteht, abgesehen vom *Nucleolus*, fast ohne Ausnahme aus einer wasserhellen oder leicht gelblichen, nie dunkler gefärbten Flüssigkeit, in der durch Wasser und Essigsäure dunkle Körnchen sich niederschlagen, wesshalb auch die Kerne bei den gewöhnlichen Untersuchungsmethoden niemals ihr natürliches gleichartiges helles Ansehen haben. Seltener enthalten die Kerne einen geformten Inhalt, wie in den Eiern die Keimflecken, eben so in den Fettzellen von *Piscicola (Leydig)*. In chemischer Beziehung ist von den Kernen nur so viel zu sagen, dass ihre Membranen stickstoffhaltig sind und im Allgemeinen von der die jüngern Zell-

membranen bildenden Substanz nicht gerade bedeutend abweichen; doch lösen sich dieselben in Alkalien langsamer und werden von verdünnter Essigsäure und Mineralsäuren nur wenig angegriffen. Durch letzteres nähern sie sich dem elastischen Gewebe, von dem sie jedoch durch ihre leichte Löslichkeit in Alkalien ganz wesentlich sich unterscheiden.

Kerne finden sich nach meinen Beobachtungen durchaus in allen Zellen von Embryonen und Erwachsenen, so lange dieselben noch jung sind. Gewöhnlich enthält jede Zelle nur Einen Kern, ausser wenn sie sich vermehrt; in diesem Falle treten aber, je nach der Zahl der entstehenden Zellen, zwei oder mehr Kerne auf. In gewissen Zellen finden sich zahlreichere Kerne, so in denen des Samens 4, 10 bis 20 und darüber, ebenso in denen des *Ependyma* des Rückenmarkscanals, der Nebennieren, der *Hypophysis*, in gewissen Zellen der Milz und Leber von Embryonen, den fötalen Knochenmarkzellen und andern. In gewissen Organen finden sich Kerne auch frei, wie in der *Thymus* und in der rostfarbenen Schicht der kleinen Gehirns, wovon noch weiter die Rede sein wird.

Die Kernkörperchen, *Nucleoli*, sind runde, scharfbegrenzte, meist dunkle, Fettkörnern ähnliche Körper, die im Mittel 0,0010—0,0015''' messen, manchmal fast unmessbar klein sind und in Embryonen, dann in den Keimbläschen der Eier als Keimflecken und in den Ganglienzellen 0,003—0,01''' betragen. Wahrscheinlich sind dieselben überall Bläschen, wie ihre stets scharf umschriebene Gestalt, ihre Aehnlichkeit mit den noch zu erwähnenden Elementarbläschen, dann aber auch der Umstand vermuthen lässt, dass in gewissen Zellen, vor allem in Eiern und Ganglienkugeln, häufig eine mit heller Flüssigkeit gefüllte grössere oder kleinere Höhlung in ihnen sich entwickelt. Die chemische Zusammensetzung der *Nucleoli* ist unbekannt. Ihr äusseres Ansehen, ihre Aehnlichkeit mit den Elementarbläschen, ihr Verschwinden in kaustischen Alkalien und ihre Unlöslichkeit in Essigsäure sprechen für Fett, die Membranen könnten, wie bei den Elementarbläschen, ein Eiweisskörper sein. — Kernkörperchen finden sich in der grossen Mehrzahl der Kerne, so lange diese noch jung sind, in vielen, so lange sie bestehen, doch giebt es auch Kerne, in denen Kernkörperchen nicht mit Bestimmtheit sich erkennen lassen, oder wenigstens erst in spätern Zeiten deutlich werden und es kann daher vorläufig der *Nucleolus* nicht so unbedingt wie der Kern als wesentlicher Bestandtheil der Zelle angesehen werden. Gewöhnlich enthält ein Kern nur Einen centralen *Nucleolus*, häufig sind zwei, selten drei und in ganz vereinzelten Fällen vier, fünf und noch mehr derselben vorhanden, die dann entweder excentrisch oder frei im Kerne liegen.

Die Uebertragung der Lehre von zwei Zellmembranen von der Botanik auf die Thiere geschah im Jahre 1852 gleichzeitig und selbständig von *Remak* (*Müll.* Arch. 1852. p. 63 f.) und von mir (Erste Aufl. dieses Handbuches, 1852. p. 14, 29), mit dem Unterschiede jedoch, dass, was ich als Vermuthung aussprach, von *Remak* mit Bestimmtheit hingestellt und auf alle thierischen Zellen und selbst auf die Furchungskugeln ausgedehnt wurde. In der 2. Auflage dieses Handbuches (1854) erklärte ich mich gegen eine solche Ausdehnung, vertheidigte aber zugleich für gewisse Fälle die Lehre von zwei Zellmembranen mit Entschiedenheit und stützte diese Auffassung auch durch den

Hinweis auf das Vorkommen geformter Zellenausscheidungen bei Thieren, die der pflanzlichen *Cuticula* entsprechen, und ebenso erklärte sich auch *Harting* (*Het Mikroskoop* IV. 1854. p. 160. 169. 170) mit Bestimmtheit in diesem Sinne und schlug für die secundäre Zellhaut den Namen »*Elastine*« vor. Seit dieser Zeit hat sich in mir die Ansicht immer mehr befestigt, dass diese Unterscheidung eine begründete ist (S. auch §. 16.). wodurch zugleich auch meine Anschauungen über die Membranen der thierischen Zellen in manchem andere geworden sind. Anschliessend an gewisse Botaniker, vor Allem an *Nägeli*, scheint es mir, dass man davon abstehen muss, als Membran nur das zu erklären, was als resistente Bildung für sich isolirt werden kann, und halte ich es nun für gerechtfertigt, auch in den Fällen von einer (primären) Zellmembran zu reden, wo das bestbewaffnete Auge nichts als eine scharfe Begrenzung des homogenen Theiles des Zelleninhaltes oder kaum mehr wahrnimmt, wie z. B. bei den Furchungskugeln und vielen Knorpelkörperchen. Eine solche Auffassung wird vielleicht gesucht erscheinen; wenn man jedoch in dieser Beziehung sich allseitig umgesehen und namentlich die secundären Zellenausscheidungen in ihrem mannigfaltigen Auftreten studirt hat, so wird man, wie ich hoffe, doch schliesslich zur Ueberzeugung gelangen, dass auch und zwar gewichtige Gründe zur Vertretung derselben vorliegen.

Schwierig erscheint die Unterscheidung der primären und secundären Membranen, vor Allem, weil bei der eben gegebenen Auffassung der ersteren die Möglichkeit entgegentritt, dass alle bestimmt als solche nachweisbaren Membranen, also auch die der Blutzellen, Epithel-Drüsenzellen u. a. secundäre Membranen sind, in welchem Sinne *Remak* die Verhältnisse aufzufassen scheint. Es möchte jedoch ein, wenn auch nicht in allen Fällen ausreichendes, doch gutes Kriterium geben und dieses ist das Verhalten der Membranen bei der Zellenvermehrung. Alle Membranen, die an der Theilung der Zellen directen Antheil nehmen und sich abschnüren, können als primäre angesehen werden, im entgegengesetzten Falle halte ich dieselben für secundäre Bildungen, ähnlich den Cellulosenhüllen, die auch sich nicht mit abschnüren. Primäre Zellmembranen sind somit in meinen Augen die Hüllen der Zellen des Blutes, Chylus, der Epithelien, des Rete Malpighii der Epidermis, der Drüsen, der Milz u. s. w., secundäre die Knorpelkapseln, die Kapseln in den Hüllen der Tunicaten, die Dotterhaut der Eier u. a. m.

§. 8.

Zelleninhalt. Die ausser den Kernen im Innern der Zellen vorkommenden Theile sind verschiedener Natur. Manche Zellen enthalten nur Flüssigkeit, über deren genaueres Verhalten es nicht immer so leicht ist Aufschluss zu geben, wie bei den Fettzellen, wo dieselbe aus einem einzigen Tropfen flüssigen Fettes besteht und bei den Blutzellen, die eine concentrirte zähflüssige Lösung eines Eiweisskörpers mit Blutfarbstoff und Salzen führen. Immerhin kann man im Allgemeinen sagen, dass derselbe in den einen Fällen nur aus Flüssigkeit, in den andern aus einer solchen und geformten Theilen besteht. Die Flüssigkeit ist wohl nur selten mehr diluirt, wässerig, wie in den Zellen der *Chorda dorsalis* von Embryonen, in gewissen Zellen von Wirbellosen, den serumhaltigen Fettzellen bei Hautwassersucht, meist scheint dieselbe eine mehr weniger zähflüssige Beschaffenheit zu besitzen, ja es kann dieselbe sogar eine solche Consistenz annehmen, wie in den Ganglienkugeln, dass man dieselbe mit Wachs zu vergleichen geneigt wird. Die geformten Theile sind sehr verschiedener Art, Krystalle, Körner, Fetttropfen, Bläschen, Fasern oder Fäden. Krystalle sind beim Menschen noch nicht gesehen, es sei denn, man wolle die in Fettzellen von Leichen beobachteten Fettnadeln, die krystallinischen Bildungen von Gallenfarbstoff in patho-

logischen Leberzellen und die in Zellen beobachteten Haematoidinkrystalle hierher rechnen, dagegen finden sich dieselben, obschon selten, bei Thieren (Zellen der Vorhautdrüsen der Ratte, der *Malpighischen* Gefässe der Insecten). Fetttropfen finden sich in sehr vielen Zellen im Inhalte suspendirt, entweder vereinzelt (Knorpelzellen) oder in grösserer Zahl, so dass sie selbst den einzigen Bestandtheil auszumachen scheinen (Zellen der Talg- und Milchdrüsen), doch möchten dieselben in manchen Fällen als fetthaltige Bläschen aufzufassen sein, wenigstens ist es von den Fetttropfen der Zellen der Milchdrüsen, die, wenn sie frei geworden sind, Milchkügelchen heissen, als ausgemacht zu betrachten, dass sie eine zarte Hülle von Käsestoff besitzen. Dasselbe möchte auch noch von andern Körnchen im Inhalte vieler Zellen gelten, doch ist es auf der andern Seite auch gewiss, dass viele derselben keine Hülle besitzen, in welchem Falle man sie mit einem von *Henle* vorgeschlagenen Namen als Elementarkörnchen bezeichnen kann. Es gehören hierher die Pigmentkörnchen des schwarzen Augenpigments und anderer gefärbter Zellen, die Dotterkörner der Batrachier und Plagiostomeneier und die Eiweisskörnchen, die in vielen Zellen von Drüsen und Drüsensäften sich finden. Von pathologischen, jedoch sehr häufigen Bildungen, wären die Körner von Gallenfarbstoff in den Leberzellen, das pathologische körnige Pigment in Zellen (Lungen z. B.), die Colloidkörner in den Epithelzellen der Nieren, die Kalkconcretionen u. s. w., hierher zu rechnen. Alle diese Körner ermangeln der Erscheinungen, die man an den Zellen beobachtet, wie des Wachsthumes von innen heraus, der Vermehrung, der Stoffaufnahme und Stoffabgabe und schliessen sich in dieser Beziehung näher an die anorganischen Formen an, wogegen bei den Milchkügelchen, die wir als Elementarbläschen bezeichnen wollen, vielleicht schon Wachsthum sich findet, allerdings ohne die mannigfachen anderen Erscheinungen, die das Leben der Zellen bezeichnen, und ohne Vermehrung.

Noch ist einer eigenthümlichen Art von Elementarbläschen des Zelleninhaltes, nämlich der Dotterbläschen gewisser Thiere, Erwähnung zu thun. Am genauesten kennt man dieselben aus dem Hühnerdotter, dessen längst bekannte Kugeln der eigentlichen Dottersubstanz und der Dotterhöhle, wie *Schwann* richtig fand, alle Bläschen sind, jedoch nicht die Bedeutung von Zellen haben. Die Membranen dieser Dotterbläschen sind ungemein zart und bestehen aus einem Eiweisskörper; der Inhalt ist flüssiges Eiweiss, in welchem bei den Kugeln der Dotterhöhle gewöhnlich Ein grosser wandständiger, bei den andern viele grössere und kleinere Fetttropfen liegen. Die Entwickelung dieser Bläschen geht wahrscheinlich von dem Fettropfen aus, wie diess auch bei den andern Elementarbläschen anzunehmen ist, seitdem man durch *Ascherson* weiss (*Müll.* Arch. 1840. p. 49), dass jedesmal, wenn flüssiges Fett und flüssiges Eiweiss mit einander geschüttelt werden, die entstehenden Fetttröpfchen alle mit zarten Eiweisshüllen sich umgeben, doch unterscheiden sie sich von diesen dadurch, dass sie ein sehr bedeutendes Wachsthum besitzen und während desselben in ihrem Inhalte Metamorphosen erleiden, indem bei vielen die Zahl der Fetttröpfchen mit dem Alter immer mehr zunimmt. Aehnliche Bläschen sind auch im Dotter der Fische, Krusten-

thiere und Spinnen nachgewiesen und haben dieselben auch hier, wie bei den Vögeln, nur untergeordnete Bedeutung, insofern als sie nicht direct zur Bildung des Leibes des Embryo verwendet werden, sondern demselben nur als Nahrungsdotter dienen.

Als eigenthümliche Vorkommnisse sind nun noch die im Innern der Samenzellen enthaltenen Samenfäden zu erwähnen, so wie, wenn auch die vergleichende Anatomie herbeigezogen werden darf, die Zellen mit nesselnden Fäden der Strahlthiere und gewisser Würmer, die Chitinablagerungen im Innern gewisser Zellen (Bildungszellen der feinsten Tracheen, einzellige Hautdrüsen von Insecten) und die im Innern der Zellen der Spinndrüsen von Insecten vorkommenden Tracheen.

Der Zelleninhalt scheint in gewissen Zellen eine besondere Anordnung darzubieten. Abgesehen von den noch zu erwähnenden Fällen von Saftströmung in thierischen Zellen, sind hier nur die von *Reichert* am Hechteie aufgefundenen Verhältnisse zu erwähnen. Hier nämlich zeigt der erhärtete Nahrungsdotter eine grosse Zahl von Canälen, welche radiär von der äussern Oberfläche gegen das Centrum verlaufen. Es ist mehr als wahrscheinlich, dass dieser Structur eine besondere Anordnung auch des frischen Nahrungsdotters zu Grunde liegt und dass dieselbe mit dem Stoffwechsel der Eier in einem besonderen Zusammenhange steht, doch wäre es voreilig eine annoch vereinzelte Thatsache zu weiteren Schlüssen zu benutzen.

Die chemische Zusammensetzung des Zelleninhaltes ist zum Theil noch sehr im Dunkeln. Derselbe führt bei den meisten Zellen gewisse allverbreitete Stoffe, die in der Ernährungsflüssigkeit aufgelöst vorkommen, wie Wasser, Eiweiss, Fette, Extractivstoffe, Salze. Sehr verbreitet ist namentlich eine durch Wasser und verdünnte Säuren sich niederschlagende stickstoffhaltige Substanz, die an den Schleimstoff erinnert und die mikroskopische Untersuchung der Zellen und Gewebe sehr erschwert, indem sie dieselben trübe und gekörnt macht. Manche Zellen enthalten auch besondere Substanzen, wie die der Leber, der Nieren, des Blutes u. a. m., wovon noch weiter unten die Rede sein soll.

Ueber die Art und Weise der Bildung der sogenannten *Ascherson*'schen Bläschen hat in der neuesten Zeit *v. Wittich* Aufschlüsse gegeben (*De hymenogonia albuminis*, *Regiomontii* 1850). Nach *v. Wittich* wird jedes Mal, wenn Oel und Eiweiss mit einander in Berührung kommen, durch das mit dem Eiweiss verbundene Alkali ein Theil des Fettes verseift, hierdurch die dem Oel zunächst liegende Eiweissschicht, weil ärmer an Alkali, unlöslich gemacht und als *Ascherson*'sche sogenannte Haptogenmembran praecipitirt. Der Vorgang wäre hiernach ein rein chemischer und nicht ein physikalischer, noch weniger specifisch vitaler. Im Gegensatze hierzu beobachtete jedoch *Harting* (*Ned. Lancet. Sept.* 1851) eine Bildung von Pseudozellen aus Eiweiss beim Schütteln desselben mit Quecksilber, in welchem Falle das Eiweiss sicherlich in eben derselben Weise fest wird, wie beim blossen Schütteln desselben oder sonst (*Melsens*, *Bullet. de l'Acad. de Belg.* 1850, *Harting* l. c.). Auch wenn beim Zusammenbringen von Eiweiss und Chloroform, Chondrin und Chloroform, Serumcasein und Fett, sich Eiweiss, Chondrin und Caseinmembranen bilden, wie *Panum* beobachtete (s. z. Th. Arch. f. path. Anat. IV. 2), wird es kaum nöthig sein, eine chemische Einwirkung anzunehmen.

§. 9.

Bildung der Zellen. Mit Bezug auf die Bildung der Zellen unterschied man bis vor kurzem mit *Schwann* zwischen der freien Entstehung derselben und ihrer Erzeugung durch Vermittelung anderer Zellen. Bei der erstern liess man die Zellen unabhängig von andern in einer gestaltungsfähigen Flüssigkeit, *Cytoblastema*, *Schleiden* (von κύτος, Bläschen und βλαστῆμα, Keimstoff), um freie Kerne entstehen, während bei der andern schon vorhandene Zellen als Ausgangspunkt der neuen Bildungen angesehen wurden. Nun haben aber mit Bezug auf die freie Zellenbildung schon die Untersuchungen der unmittelbar auf *Schwann* folgenden Periode stark an dem kunstvoll aufgeführten Gebäude gerüttelt, bis endlich in unsern Tagen, namentlich durch die Bemühungen von *Virchow*, auch die letzte Stütze desselben zusammenbrach, so dass nun die Vermehrung der Zellen von sich aus als die einzig vorkommende anzusehen ist.

Schwann betrachtete bei den Thieren in geradem Gegensatze zu den Pflanzen die freie Zellenbildung als die häufigere, diejenige durch Vermittelung anderer Zellen mehr als Ausnahme, welche Anschauung von den unmittelbaren Nachfolgern desselben getheilt wurde und vor allem auch in den embryologischen Forschungen *C. Vogt's*, über den *Alytes obstetricans* (1841) und den *Coregonus palea* (1842), ihre Stütze fand, denen zu Folge alle Zellen, die in die bleibenden Gewebe übergehen, aus den Trümmern der Furchungskugeln durch freie Zellenbildung neu entstehen; doch hatte *Reichert* schon im Jahre 1840 (Entw. im Wirbelthierr. nam. p. 155) erklärt, dass er bei Embryonen nirgends ein Cytoblastem finde und auch *Bergmann* die Bedeutung der Furchung für die Zellenbildung nachgewiesen (*Müll.* Arch. 1841. p. 89). Im Jahre 1844 geschah denn durch mich der erste entschiedene Angriff gegen die freie Zellenbildung (Entw. der Cephalopoden p. 111 u. f.), indem ich zeigte, dass bei Embryonen Alle Zellen von den Furchungskugeln abstammen, und hierauf gestützt auch für Erwachsene die freie Zellenbildung gänzlich läugnete und den Satz aufstellte, dass alle Zellen derselben directe Abkömmlinge der Furchungskugeln seien, und dass auch alle andern Elementartheile aus solchen sich aufbauen (l. c. p. 129. u. 140). Allein die Thatsachen waren leider noch nicht so weit, dass ein solcher Ausspruch auf die Dauer sich hätte halten lassen und so wurde ich später, da ich nicht auf dem Standpunkte der Naturphilosophie mich befand, welch *a priori* die ununterbrochene Erbfolge der organischen Elemente vertheidigte, namentlich mit Rücksicht auf die pathologische Zellenbildung im Eiter und in Exsudaten veranlasst, eine freie Bildung der Zellen für gewisse Fälle zuzugeben (Handb. 1. Aufl. p. 15), in welcher Beziehung auch die Mehrzahl der andern Histiologen sich einverstanden zeigte. Erst in der neuesten Zeit trat nun in dieser Angelegenheit ein Wendepunkt ein, jedoch weniger durch *Remak*, obschon er im Jahre 1852 (*Müll.* Arch. 1852) die freie Zellenbildung ganz läugnete, indem dieser Autor, dessen embryologische Nachweise übrigens die grösste Anerkennung verdienen, für seinen Ausspruch keine andern Gründe vorbrachte als die, welche auch *Reichert* und ich der Entwickelungsgeschichte entnommen hatten, als durch *Virchow*. Die merkwürdigen Entdeckungen dieses Forschers über die Betheiligung der Bindegewebskörperchen an den pathologischen Zellenbildungen und der von ihm mit grösserer Bestimmtheit als früher gegebene Nachweis, dass auch das Knorpel- und Knochenmark und die Periostablagerungen der Knochen, Bildungen, die bisher als eine wesentliche Stütze der freien Zellenbildung galten, ohne eine solche entstehen, diese Thatsachen vor Allem waren es, die der alten Lehre den Todesstoss versetzten. Ich zeigte dann noch, dass auch in der Milz, den Lymphdrüsen und *Peyer*'schen Follikeln und wahrscheinlich auch im Chylus keine freie Zellenbildung existirt (Würzb Verh. VII. p. 192 u. Zeitschrift f. wiss. Zool. VII. p. 182), so dass ich nun, da ich auch für die Bildung des Knorpelmarks und die Periostablagerungen der Knochen *Virchow's* Angaben bestäti-

gen kann und da nun auch die bisher stets zu Gunsten der freien Zellenbildung angeführte Eibildung der Trematoden (und Cestoden) durch *Aubert* (Zeitschr. f. wiss. Zool. VI. p. 362) eine andere Deutung erfahren hat, — indem es nun als ausgemacht bezeichnet werden kann, dass, was man bisher bei diesen Thieren Keimbläschen nannte, die Eier sind, wodurch dann der sogenannte Dotter zu einer dem Eiweiss zu vergleichenden Umhüllungsmasse wird, — Grund genug zu haben glaube, die alte *Schwann*'sche Lehre zum zweiten Male und diesmal für immer zu verlassen.

§. 10.

Die Vermehrung der Zellen geschieht wesentlich überall in derselben Weise, doch ist ihre äussere Erscheinung etwas verschieden, je nach dem dieselbe an Zellen mit einfachen primordialen Zellmembranen, oder an solchen, die auch secundäre Hüllen besitzen, auftritt. Im erstern Falle findet sich eine einfache Theilung der Zellen *in toto*, während im letztern nur die primären Zellen sich abschnüren ohne Mitbetheiligung der secundären Membranen, welche sodann als sogenannte Mutterzellen die junge Brut umhüllen. Diese zweite Form kann als endogene Zellentheilung von der ersteren abgezweigt werden.

§. 11.

Die einfache Vermehrung der Zellen durch Theilung findet sich bei allen Zellen, die der secundären Membranen entbehren, somit bei der grossen Mehrzahl der thierischen Zellen. Leicht zu beobachten ist dieser Vorgang an freien in Flüssigkeit suspendirten Zellen, wie bei den rothen und farblosen Blutzellen von Säugern, Vögeln und Amphibien. Hier sieht man in länglich werdenden Zellen aus dem ursprünglichen einfachen Kerne, allem Anscheine nach ebenfalls durch Theilung, zwei sich bilden, dann die Zellen in der Mitte sich einschnüren, um die auseinandergerückten Kerne sich immer mehr zusammenziehen und schliesslich in zwei zerfallen, von denen jede ihren Kern enthält. Bei Hühnerembryonen findet man die rothen Blutzellen in allen denkbaren Stadien dieses Zerfallens, so dass dieselben zuletzt nur noch durch einen dünnen Faden zusammenhängen und können über das wirkliche Vorkommen dieser Art der Zellenvermehrung nicht die geringsten Zweifel obwalten. Ausserdem habe ich nun auch noch Zellentheilnng nachgewiesen an den mehr frei liegenden Elementen der Milzbläschen und der Milzpulpe, so wie denen der Lymphdrüsen und der *Peyer*'schen Follikel.





Fig. 2.

In compacten Zellengeweben hält es viel schwerer die Vorgänge der einfachen Zellentheilung mit Bestimmtheit nachzuweisen. Ich nehme überall eine solche Zellenbildung an, wo einerseits eine Vermehrung der Zellen an Zahl nachgewiesen ist und andrerseits jede sichere Spur einer endogenen Erzeugung fehlt, somit bei allen embryonalen Zellengeweben mit Ausnahme der Knorpel und beim Erwachsenen bei der ganzen Gruppe des Horngewebes.

Fig. 2. Blutkügelchen eines Hühnerembryo in Theilung begriffen, 350mal vergr.

Dass in diesen Geweben keine freie Zellenbildung sich findet, ist über jeden Zweifel erhaben, indem man in denselben immer und ohne Ausnahme nur Zellen, nie freie Kerne antrifft; dagegen kann es als fraglich erscheinen, ob die Zellen durch Theilung oder endogene Zellenbildung sich vermehren. Der Umstand, dass man, so häufig auch, namentlich in embryonalen Zellengeweben, Zellen mit mehrfachen Kernen sind, doch nie Mutterzellen mit Tochterzellen sieht, bringt mich wie *Remak* zur Ueberzeugung, dass die Zellenvermehrung hier durch Theilung vor sich geht, doch gebe ich zu, dass die Thatsachen, die mit Bestimmtheit für diesen Vorgang sprechen, noch sehr spärlich sind. Als solche sind zu nennen die Beobachtungen über eingeschnürte Zellen mit zwei und mehr Kernen. So zeigen sich bei jungen Säugethieren die Ganglienzellen nicht selten mehr weniger getheilt, ja selbst nur durch eine schmale Brücke verbunden (*m. mikrosk. Anat.* II. p. 535), ebenso findet man die Flimmerepithelzellen, die Darmcylinder und Bildungszellen des Elfenbeins mit zwei, erstere selbst mit drei hintereinanderliegenden Ausbuchtungen, jede mit einem Kern. Bei Froschlarven sind, wie *Remak* mit Recht anführt, eingeschnürte Zellen eine gewöhnliche Erscheinung und halte ich diese Embryonen mit für das beste Object, um sich von der weiten Verbreitung der einfachen Zellentheilung zu überzeugen.

Ueber den Modus dieser Theilung in zusammenhängenden Geweben sei noch bemerkt, dass derselbe sowohl in der Längs- als in der Querrichtung geschieht; im erstern Falle wächst eine Zellenlage in die Fläche, im letztern in die Dicke. In der Regel theilen sich die Zellen in zwei, doch will *Remak* gefunden haben, dass bei Froschlarven manche Zellen, selbst die Epithelcylinder des Darmes, nachdem immer zuerst ihr Kern sich vermehrt hat, unmittelbar in mehrere, selbst 5—6 neue Zellen auseinandergehen.

Besondere Berücksichtigung verdient ein Vorgang, den man als Zellenvermehrung durch Knospenbildung der Zellentheilung zurechnen kann. *Meissner* sah (Zeitschr. f. w. Zool. V.) in den Ovarien von *Mermis albicans* einkernige Zellen zu grossen vielkernigen Blasen sich gestalten. An diesen bildeten sich Ausstülpungen, jede mit einem Kern, welche zuletzt so sich entwickelten, dass die verkleinerte Mutterzelle mit einem ganzen Kranz gestielter Tochterzellen besetzt war, die endlich sich ablösten und die Eier darstellten. Aehnliches beschreibt *Meissner* auch von einigen Ascariden, da jedoch die Beobachtungen von *Nelson*, *Bischoff*, *Allen Thomson* und *Claparède* über die Eier dieser Thiere zu andern Resultaten geführt haben, so werden erst weitere Untersuchungen abzuwarten sein, bevor ein endgültiges Urtheil gefällt werden kann. Immerhin wird man jetzt schon die Vermuthung aussprechen dürfen, dass bei allen Nematoden, bei denen die Eier an einer Rhachis sitzen, diese Rhachis mit allen Eiern von einer einzigen Zelle abstammt, so dass mithin auch hier eine Zellenbildung durch Sprossung, freilich in einem andern als im *Meissner*'schen Sinne, sich fände. Dagegen halte ich die von *Thomson* und *Claparède* vertheidigte Annahme einer Umhüllung freier Keimbläschen mit Dotter und nachträglicher Bildung der Dotterhaut, nach dem jetzigen Stande der Dinge, zum mindesten gesagt, für sehr unwahrscheinlich, indem die Nichtexistenz einer freien Zellenbildung wohl hinrei-

chend feststeht. — Eine Zellenbildung durch Knospen beschreibt auch *Semper* von den Epithelzellen der Zwitterdrüse der Pulmonaten (Zeitschr. f. w. Zool. VIII. p. 385. Tab. XVII. f. 12. 13) und ebenso möchte eine Knospenbildung auch bei der Bildung der Eier der Muscheln stattfinden, vorausgesetzt, dass meine Vermuthung, dass die körnige Matrix, aus der die Eier hervorsprossen, eine Zellenschicht ist, sich als richtig erweist.

Mit der Zellentheilung, und vielleicht besonders mit der zuletzt abgehandelten Form derselben, stehen, wie schliesslich noch bemerkt werden kann, auch gewisse Zellen mit mehrfachen oder vielen Kernen und oft wunderlichen Formen möglicherweise im Zusammenhang, so namentlich die von *Robin* und mir beschriebenen Elemente aus dem Knochenmark (Fig. 3) und die von *Fahrner* und mir im Leberblute von Embryonen gesehenen Zellen, als deren eigentliche Stätte sich mir neulich die Milz ergab.



Fig. 3.

Schwann wusste von einer Zellentheilung nichts. Der erste, der eine solche an Blutkörperchen von Embryonen sah, ist *Remak* (Med. Vereinsz. 1841. Nr. 47), doch nahm er später seine Angaben wieder zurück (Diagn. path. Unters. p. 100), um erst, nachdem ich dieselben bestätigt und als richtig erklärt hatte (*Wiegm.* Arch. 13. Bd. I. p. 19), wieder für dieselben sich auszusprechen. Bei pathologischen Bildungen ist von *Günsburg* und *Breuer* diese Zellenvermehrung ebenfalls gefunden worden (S. *Breuer, Melet. circa evol. cicatr. Vratisl* 1843 p. 31) und wird man dieselbe wohl häufiger finden, wenn man einmal auf dieselbe zu achten anfängt. Das Verdienst, die Zellentheilung (in weiterem Sinne) als einzige Form der Zellenvermehrung aufgestellt zu haben, gebührt *Remak* (*Müll.* Arch. 1852). — Unter den Begriff der Zellentheilung bringe ich auch die Quer- und Längstheilung der Protozoen, da ihr kernartiger Körper in ganz ähnlicher Weise an der Spaltung sich betheiligt, wie bei gewöhnlichen Zellen der Zellenkern und ihrer Auffassung als einzelliger Thiere vorläufig keine bestimmte Thatsache hindernd im Wege steht. — Als einfache Zellentheilung sind auch die Vorgänge bei der Entwickelung der Eier von Trematoden und Cestoden aufzufassen, indem diese Eier innerhalb der eigenthümlichen Körnerhülle, die sie umgiebt, eine einfache Vermehrung durch wiederholte Theilung durchmachen, bei der es nie zur Bildung endogener Formationen kommt.

§. 12.

Als endogene Zellentheilung bezeichne ich die Fälle, in denen die Vermehrung primordialer Zellen innerhalb secundärer Membranen vor sich geht. Hierher gehört von physiologischen Verhältnissen vor Allem die Furchung und dann auch die Vermehrung der Knorpelzellen.

Die Furchung ist ein eigenthümlicher Vorgang, der zur Zeit der ersten Entwickelung in den Eiern der meisten Thiere sich findet, als Einleitung zur Bildung der ersten Zellen des Embryo anzusehen ist und, weil das Ei die Bedeu-

Fig. 3. *a.* Eigenthümliche granulirte Zellen mit vielen Kernen aus den jüngsten Markräumen der platten Schädelknochen des Menschen, 350mal vergr.

tung einer einfachen Zelle hat, unter den Begriff der endogenen Zellentheilung fällt. Die Furchung beruht im Wesentlichen auf Folgendem. Nachdem der ursprüngliche Kern der Eizelle, das Keimbläschen, mit der Befruchtung verschwunden ist, bilden die Körner des Dotters nicht mehr einen compacten Haufen wie früher, sondern zerstreuen sich und erfüllen die ganze Eizelle. Dann entsteht als erstes Zeichen der beginnenden Entwickelung mitten im Dotter ein neuer Kern mit *Nucleolus*, der erste Kern des Embryo, der als Anziehungspunkt auf den Dotter einwirkt und denselben wieder zu einem kugeligen Haufen, der ersten Furchungskugel, vereinigt. In weiterer Entwickelung bilden sich aus dem ersten Kerne zwei neue, die sich etwas von einander entfernen, als neue Centra auf die Dottermasse einwirken und so die erste Furchungskugel in zwei zerfällen. In gleicher Weise geht dann die Vermehrung der Kerne und der Furchungskugeln und zwar die erstere immer voranschreitend fort, bis eine sehr grosse Zahl von kleinen Kugeln gebildet ist, die den ganzen Raum der Dotterzelle erfüllen; nur ausnahmsweise zerfallen die Kugeln erst, wenn die Kerne sich bis auf 3 oder 4 vermehrt haben, so dass dann aus jeder derselben statt 2 unmittelbar 3 oder 4 Kugeln werden. Diesen Vorgang nennt man die totale Furchung, weil hier der ganze Dotter um die neugebildeten Kerne sich anlegt; die partielle Furchung stimmt dem Wesen nach mit ihr vollkommen überein und ist nur dadurch verschieden, dass bei ihr nicht aller Dotter, sondern je nach den verschiedenen Thieren ein kleinerer oder grösserer Theil desselben die entstehenden Kerne umhüllt.

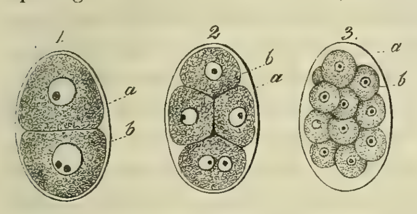


Fig. 4.

Hat der Furchungsprocess ein gewisses Stadium erreicht, so erhalten die Furchungskugeln, deren Begrenzung Anfangs wenigstens nicht nachweisbar häutig ist, alle auf einmal oder lagenweise deutliche Membranen und werden entschieden zu Zellen, woraus sich eben die Berechtigung ergiebt, diesen Vorgang der endogenen Zellentheilung unterzuordnen. Diese Betrachtungsweise ist um so mehr gerechtfertigt, als auch die aus der Umwandlung der Furchungskugeln entstandenen Zellen noch lange fort durch einfache Theilung sich vermehren, und kann man auch den gesammten Furchungsprocess als eine Art endogener Zellentheilung ansehen, bei der es wegen der Schnelligkeit, mit der die Kerne sich vermehren, bei den ersten Generationen von Dotterabschnitten nicht zur Bildung von deutlichen Membranen kommt.

Verwickelter sind die Erscheinungen bei den Knorpelzellen, bei denen, wie bei den Pflanzenzellen, ein Primordialschlauch und eine äussere feste Kapsel, die Knorpelkapsel, zu unterscheiden sind. Wenn Knorpelzellen sich vermehren, so ist das erste, was man bemerkt, eine Theilung der Kerne in zwei, dann weichen die Kerne auseinander und es tritt zwischen

Fig. 4. Drei Eier von *Ascaris nigrovenosa*, 1. aus dem zweiten, 2. aus dem dritten und 3. aus dem fünften Stadium der Furchung mit 2, 4 und 16 Furchungskugeln, *a*. Aeussere Eihülle, *b*. Furchungskugeln. In 1 enthält der Kern der untern Kugel zwei *Nucleoli*, in 2 die unterste Kugel zwei *Nuclei*.

denselben wie eine Scheidewand auf, welche die Mutterzelle in zwei vollkommen getrennte Räume scheidet, von denen jeder einen Kern und die eine Hälfte des Inhaltes derselben umfasst. Die weitere Entwickelung ist nun in der Regel die, dass später innerhalb der Mutterzelle zwei vollständige sie ganz erfüllende Tochterzellen deutlich werden, was als Beweis dienen kann, dass die Scheidewand von Anfang an doppelt ist. Der ganze Vorgang macht sich unstreitig so, wie bei den Pflanzenzellen, nämlich durch eine **Theilung des Primordialschlauches** bei unveränderter äusserer Zellenmembran, wie es das Schema Fig. 5 darstellt, doch hat sich derselbe allerdings noch nicht mit aller wünschbaren Bestimmtheit direct beobachten lassen.

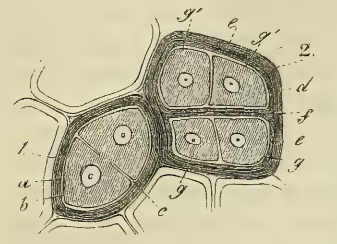
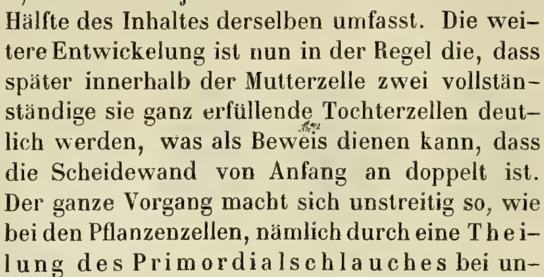


Fig. 5.



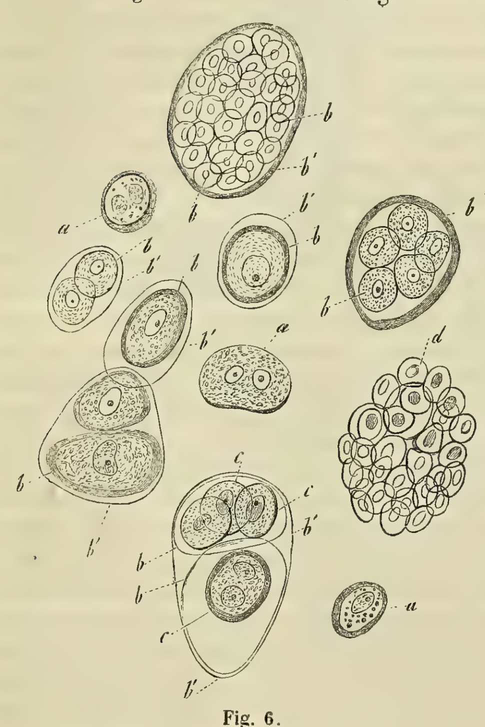


Fig. 6.

Diese Theilung der primordialen Zellen nun wiederholt sich in der Regel mit grosser Gesetzmässigkeit viele Male hintereinander in der Weise, dass immer die Tochterzellen nach ihrer Bildung zuerst wieder äussere Membranen oder Knorpelkapseln ausscheiden, die mit derjenigen ihrer Mutterzelle sich vereinigen und zugleich eine Scheidewand zwischen ihnen bilden, worauf sie dann von Neuem sich theilen. Hierbei bestehen gewöhnlich die Knorpelkapseln der Mutterzellen noch einige Zeit fort,

Fig. 5. Knorpelzellen einer älteren Froschlarve, halbschematische Figur. 1. Eine Mutterzelle, deren Primordialschlauch in der Theilung begriffen ist, *a.* dicke secundäre Membran derselben oder Knorpelkapsel; *b.* Primordialschlauch, der den Zelleninhalt mit dem Kern umschliesst; *c.* Stelle wo derselbe eingeschnürt ist (nicht beobachtet). 2. Eine Mutterzelle mit zwei Generationen; *d.* äussere Zellmembran der Mutterzelle; *e.* äussere Zellmembran der Knorpelkapseln oder der secundären Mutterzellen, die bei *f.* eine doppelte Scheidewand durch die Hauptmutterzelle bilden; *gg'* Tochterzellen.

Fig. 6. Knorpelzellen aus einem faserigen, sammtartigen Gelenkknorpel der *Condyli ossis femoris* des Menschen, 350mal vergr., alle in faseriger Grundsubstanz liegend und leicht sich isolirend. *a.* Einfache Zellen mit oder ohne verdickte Wand, einem oder zwei Kernen; *b.* Tochterzellen oder Zellen der ersten Generation mit 1 oder 2 Kernen, zu einer, zweien, fünfen und vielen in Mutterzellen *b'*; *c.* Zellen der zweiten Generation zu 1—3 in Zellen der ersten; *d.* freigewordene Gruppe von Tochterzellen.

verschwinden dann aber später als histiologisch gesonderte Gebilde und verschmelzen mit der die Knorpelzellen verbindenden Grundsubstanz. Doch geschieht es auch hie und da, namentlich in den Rippenknorpeln und in pathologischen Gelenkknorpeln, dass die Mutterzellen lange Zeit bestehen und mit vielen Generationen von Tochterzellen sich füllen, die entweder noch von secundären und tertiären Kapseln umhüllt sind, oder als ein compacter Haufen die grosse Kapsel erfüllen (Fig. 6).

Die Art und Weise wie die Kerne bei den zwei Formen der Zellenvermehrung sich vervielfältigen, ist noch nicht genau anzugeben, doch ist so viel sicher, dass, wo eine bestimmte Beobachtung möglich ist, immer zuerst die Kernkörperchen durch Theilung in zwei zerfallen und dann etwas auseinanderrücken. In den zugleich hiermit länglich gewordenen Kernen erscheint dann als erste Spur ihrer Theilung in der Regel eine mittlere Scheidewand, die in günstigen Fällen von zwei mit ebenen Flächen dicht aneinanderliegenden und den Mutterkern ganz erfüllenden Tochterkernen herrührend zu erkennen ist. Sehr häufig sieht man bei dieser Kernvermehrung nichts als zuerst einen länglichen Kern mit einer Scheidewand und zwei *Nucleoli* und dann zwei halbkugelförmige, dicht beisammenliegende Kerne, ohne dass es gelingt, den Nachweis einer endogenen Kernbildung mit Bestimmtheit zu geben, um so weniger, da es sicher ist, dass auch eine Vermehrung der Kerne durch Theilung sich findet, bei welcher ein länglicher Mutterkern mit 2 Kernkörperchen durch eine immer tiefer greifende mittlere Einschnürung schliesslich in zwei zerfällt. In den Furchungskugeln der Froscheier fand *Remak* gegen das Fnde der Furchung 2, 3—8 Kerne von einer Mutterkernmembran umhüllt.

Fig. 7.

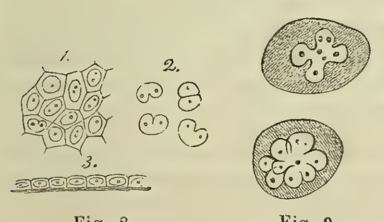


Fig. 8. Fig. 9.

In den im vorigen §. erwähnten vielkernigen Zellen des Milz- und Leberblutes habe ich eine Vermehrung der Kerne durch gleichzeitige Bildung vieler Sprossen, die sich abschnüren, beobachtet (Würzb. Verh. VII. p. 188), eine Erfahrung, die *Virchow* bei einem Pigmentkrebs zu bestätigen Gelegenheit hatte (Arch. XI. p. 90). Diese Beobachtungen werfen ein Licht auf gewisse eigenthümliche Verhältnisse, wie das Vorkommen eines Kernes in den reifen Samenfädencysten der Frösche (Zeitschr. für wiss. Zool. VII. p. 267. Taf. XIII. Fig. 5) und erklären vielleicht auch die Anwesenheit eines Kernes in Mutterzellen, die Tochterzellen einschliessen, wie es wenigstens von pathologischen Bildungen angegeben wird.

Ob die bisher angenommene freie endogene Zellenbildung, wie sie z. B. *Meissner* von den Samenelementen von *Mermis* beschreibt (l. s. c.) und wie ich sie bei

Fig. 7. Ein länglicher und ein von 2 Tochterkernen ausgefüllter Kern aus dem sich entwickelnden Ei einer *Ascaris dentata*, 350mal vergr.

Fig. 8. Epithel der *Vaginalis propria* 1. von der Fläche, 2. Kerne der Zellen, 3. Seitenansicht, 350mal vergr. vom Menschen.

Fig. 9. Grosse Zellen aus der Milz eines Kätzchens mit sprossenden Kernen, 350mal vergr.

der Embryonalentwickelung von *Ascaris dentata* annehmen zu dürfen glaubte (*Müll. Arch.* 1843), weil hier in den ersten Stadien statt Furchungskugeln nur Kerne sich bilden, auch ferner wird gehalten werden können, muss die Zukunft lehren. Nach dem jetzigen Stande der Dinge ist eine Zellenbildung direct um einen Kern — und geschehe sie auch in einer Mutterzelle — zum mindesten gesagt, sehr problematisch, doch wird man immerhin gut thun, nicht vorschnell ein endgültiges Urtheil abzugeben, um so mehr, da es feststeht, dass eine endogene Zellenbildung vorkommt, bei welcher nur ein bestimmter, oft sehr kleiner Theil des Inhaltes der Mutterzelle zur Bildung der Tochterzellen verwendet wird. Ein solcher Vorgang findet sich entschieden bei der partiellen Furchung, bei welcher ein oft grosser Theil des Zelleninhaltes des Eies oder des Dotters an der Entwickelung der Embryonalanlage keinen directen Antheil nimmt. Ausserdem steht auch die pathologische Histiologie mit *Virchow's* Autorität für eine endogene Zellenbildung ein, die nicht den ganzen Inhalt einer Zelle betrifft, deren genauerer Modus freilich noch zu untersuchen ist (Beitr. z. spec. Pathol. 1854. p. 329) und lehrt ferner die Botanik mit grosser Einmüthigkeit, dass im Embryosack bei der Bildung der sogenannten Keimbläschen, so wie der Endospermzellen eine freie Zellenbildung sich findet. (M. vgl. *Hofmeister* in den Leipz Sitzungsb. 1857.)

Die früher so lebhaft besprochene Frage, ob die Furchungskugeln Membranen besitzen oder nicht, hat bei dem jetzigen Stande der Dinge viel von ihrer Bedeutung verloren und bin ich wenigstens, seitdem ich versucht habe, der Lehre von zwei Zellmembranen auch in der thierischen Histiologie Eingang zu verschaffen, bereit anzunehmen, sowohl dass der Eidotter innerhalb der Dotterhaut, die ich als secundäre Membran ansehe, noch eine als primäre Zellmembran zu deutende zarte äussere Begrenzung hat, als auch, dass die Furchungskugeln eine solche Begrenzungsschicht besitzen, nur wolle man diese Hüllen nicht mit denen vergleichen, die die späteren zu besonderen Gewebstheilen differenzirten embryonalen Zellen (Epithelzellen, Blutzellen u. A.) darbieten. — Bei dieser Auffassung kann die totale Furchung mit der Zellentheilung und die partielle, wie sie wenigstens bei den Cephalopoden und Vögeln sich findet, in ihren ersten Stadien, so lange als die Segmente von der grossen Dottermasse nicht ganz getrennt sind, mit der Zellenvermehrung durch Sprossenbildung verglichen werden.

Eine scheinbar nicht sehr wichtige, aber doch von einem allgemeinen Gesichtspunkte aus äusserst belangreiche Frage ist die, ob das Keimbläschen oder der Kern der Eizelle vor der Furchung schwinde oder ob dasselbe zum Kerne der ersten Furchungskugel werde. Im letzteren Falle würden alle Kerne oder Zellen eines Embryo die directen Abkömmlinge des Kernes einer Zelle des mütterlichen Organismus und somit eine unmittelbare Erbfolge der Zellen und Kerne aller zusammengehörenden Generationen einer Entwickelungsreihe gegeben sein. Ich habe im §. nach meinen bisherigen Erfahrungen und in Uebereinstimmung mit der Mehrzahl der vorliegenden älteren und neueren Beobachtungen ein Schwinden des Keimbläschens angenommen, doch ist diese Frage nichts weniger als spruchreif, indem mehrere neuere Autoren, wie *J. Müller* bei *Entoconcha mirabilis*, *Leydig* bei *Notommata*, *Gegenbaur* bei *Sagitta* und *Oceania* ein Fortbestehen der Keimbläschen gesehen zu haben glauben, weshalb diese Angelegenheit zur weitern Erforschung empfohlen werden muss, um so mehr, da die neueste Angabe von *Remak* (Entw. p. 137), dass beim Frosch nicht sowohl das Keimbläschen als die dasselbe umgebende Höhle sich erhalte und durch Theilung in die Keimhöhlen der ersten Furchungszellen übergehe, deren Auskleidung mit einer festeren Kernmembran erst später erfolge, nicht geeignet ist, die bestehenden Verschiedenheiten auszugleichen. Bemerken will ich übrigens noch, dass nach der übereinstimmenden Angabe der Botaniker, der Kern des Embryosackes mit den Kernen der sogenannten Keimbläschen, von denen eines zur neuen Pflanze wird, nichts zu thun hat, somit auch hier eine Unterbrechung der regelrechten Folge der Bildungen und wenigstens eine *generatio originaria* der Kerne gegeben zu sein scheint, so wie dass neue Untersuchungen an *Ascaris acumniata* und *nigrovenosa* mich zu derselben Ansicht geführt haben, die ich schon früher vertheidigte, dass nämlich die Keimbläschen vor der Furchung schwinden.

§. 13.

Theorie der Zellenbildung. Wenn wir den wesentlichen Vorgängen bei der Zellenbildung nachforschen, so ist nicht zu verkennen, dass der Kern bei derselben eine Hauptrolle spielt. Niemals theilt sich eine Zelle, sei es frei oder im Innern einer secundären Zellhülle, bevor der Zellenkern sich vermehrt hat und stets ist auch die Zahl der Zellen, die aus einer Mutterzelle sich bilden, der Zahl der in der letztern entstandenen Kerne entsprechend. Es wird daher auch jede Erklärung der Vorgänge bei der Zellenbildung, oder mit andern Worten, bei der Theilung der Zellen — denn nur diese kann nach dem jetzigen Stande der Dinge als wirklich nachgewiesen angesehen werden — von den Kernen auszugehen und vor Allem aufzudecken haben, wie dieselben auf den Inhalt und die Membranen der Zellen einwirken.

Analysiren wir nun, um diese Verhältnisse der Erkenntniss möglichst nahe zu bringen, was nach der Theilung eines Kernes in zwei mit der Zelle vorgeht, so lehren uns namentlich die ersten nach der Befruchtung auftretenden Elemente oder die Furchungskugeln und dann auch frei sich theilende Zellen, wie Blutzellen, Lymphkörperchen u. a. m., dass das erste Zeichen der beginnenden Theilung die Bildung einer mittleren Einschnürung ist, deren Stellung immer genau der Richtung der Theilungslinie der Kerne entspricht, in der Art, dass, wenn die Kerne in der Richtung der Längsaxe einer Zelle sich gespalten haben, auch diese der Länge nach sich theilt, während im entgegengesetzten Falle eine Trennung der Quere nach eintritt. Ist die erste Einschnürung oder Trennungsfurche einmal gebildet, so ziehen sich dann beide Zellenhälften immer mehr wie um ihre Kerne zusammen, die Furche wird immer tiefer, bis am Ende das zuletzt noch übrige schmale Verbindungsstück auch sich trennt. Nicht ausser Acht zu lassen ist, dass dem ganzen Vorgange in vielen Fällen eine Vergrösserung der betreffenden Zellen sammt ihren Kernen, je nachdem in der Längs- oder in der Querrichtung vorausgeht, doch würde man irren, wenn man glauben wollte, dass diese Vergrösserung ein durchaus nothwendiger Vorläufer der Theilung sei, indem an gewissen Orten, wie namentlich bei der Furchung, die Theilung einfach als Halbirung einer vom Momente ihrer Bildung an an Grösse sich gleich gebliebenen Zelle auftritt.

Etwas anders gestalten sich die Processe bei der Theilung der Zellen unter Knospenbildung. Hier theilt sich die Mutterzelle nicht gleich, nachdem sie mehrere Kerne erhalten hat, sondern wächst zuerst nach verschiedenen Richtungen und zwar entsprechend der Zahl der Kerne, einseitig aus, und erst diese kernhaltigen Knospen sind es dann, die, nachdem sie eine gewisse Reife erlangt haben, sich abschnüren, so jedoch, dass stets ein steriler Rest der ursprünglichen Zelle übrig bleibt.

Um das Bild der Zellentheilung zu vervollständigen, muss nun auch noch der Kerntheilung selbst gedacht werden. Dieselbe wiederholt vollständig die Zellentheilung, und lässt sich in allen Zellen, die eine genaue Beobachtung zulassen, leicht nachweisen, dass bei ihr der *Nucleolus* genau dieselbe Rolle spielt, wie der Kern bei der Zelle. Beim *Nucleolus* jedoch lassen uns unsere Hülfsmittel im Stich und es lehrt die Erfahrung über ihn nichts weiter, als

dass er sich theilt, ohne von den inneren Vorgängen desselben irgend eine Rechenschaft zu geben.

Hiermit wären so ziemlich die wichtigsten Erscheinungen, die bei der Zellentheilung vorkommen, angeführt und handelt es sich darum, das vereinende Band für dieselben aufzufinden. Hierbei zeigt sich jedoch klar, dass nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse eine Erklärung der Zellenbildung nicht zu geben ist. Immerhin wird es vielleicht doch erlaubt sein, folgendes besonders hervorzuheben:

1. Die Kerne wirken als Attractionspunkte auf die Masse der Zellen und der *Nucleolus* auf die der Kerne.

Unter dieser Attraction ist natürlich nicht eine Massenattraction zu verstehen, sondern moleculäre Wirkungen, wie sie durch chemische und physikalische Kräfte zu Stande kommen und kann mit Bezug hierauf an die von den Kernen ausgehenden Saftströmungen bei Pflanzen, an die in der Nähe der Kerne sich bildenden Niederschläge und an den nicht zu bezweifelnden Einfluss derselben auf den Chemismus der Zellen, erinnert werden. Ausserdem möchte es aber auch erlaubt sein, hier die Contractionsphänomene des Zelleninhaltes herbeizuziehen. Wenn man bedenkt, welche bedeutenden Formveränderungen der Zellen durch die Zusammenziehungen ihres Inhaltes hervorgebracht werden, wenn man berücksichtigt, dass es immer wahrscheinlicher wird, dass solche Phänomene eine weit verbreitete Erscheinung sind und vielleicht allen jungen Zellen zukommen, und endlich noch dazu nimmt, dass dieselben gerade auch bei rasch sich vermehrenden Zellen, wie den Furchungskugeln der Frösche, gesehen sind, so ist es doch wohl nicht zu weit hergeholt, wenn man die Frage aufwirft, ob nicht gerade solche Zusammenziehungen bei der Zellentheilung die Hauptrolle spielen. Sollte sich nun gar noch *Lister's* Vermuthung (*Proceed. of the Royal Society of London June* 1857) bestätigen, dass bei den Pigmentzellen der Frösche die Contractionen unter dem Einflusse der Zellenkerne geschehen, so dürfte um so eher eine weitere Ausführung des obigen Satzes in der Art, dass die Kerne durch Anregung des Zelleninhaltes zu Contractionen, die Abschnürung der Zellen in 2 bedingen, der weiteren Prüfung empfohlen werden.

Auch bei den Kernen ist es wenigstens erlaubt, daran zu denken, dass bei ihrer Theilung Contractionen eine Rolle spielen, da für contractile Eigenschaften des Kerninhaltes wenigstens der Umstand spricht, dass die in so hohem Grade beweglichen Samenfäden nichts als verlängerte Kerne sind. Ja bei den Samenkörperchen der Nematoden, deren Bewegungen *Schneider* entdeckt hat, scheint selbst der Inhalt noch wenig modificirter Kerne (*Nelson, Thomson*) bewegungsfähig zu sein.

2. Die Zellenmembranen scheinen bei der Zellentheilung keine besondere Rolle zu spielen, sondern mehr nur passiv dem sich theilenden Inhalte zu folgen.

Man hat offenbar die Bedeutung der Zellmembranen bisher sehr überschätzt, doch hat es sich schon ergeben, dass dieselben bei den Bewegungsphänomenen der Zellen wahrscheinlich nirgends eine active Rolle spielen. So könnte auch leicht sich herausstellen, dass dieselben auch bei der Zellenthei-

lung selbst für den Fall, dass dieselbe nicht wesentlich durch Contractionen des Zelleninhaltes zu Stande kommt, nicht direct betheiligt sind. Mir wenigstens hat das Studium der sich theilenden rothen Blutzellen von Vögelembryonen, die Art und Weise, wie zwischen den sich theilenden Zellen die Membran häufig in einen längeren Faden sich auszieht, immer die Vorstellung erweckt, dass dieselbe mehr passiv dem Inhalt folge. Unterstützt wird diese Auffassung durch den Umstand, dass bei allen sich theilenden Zellen die Membranen äusserst zart sind, so zart, dass ja an vielen Orten (Furchungskugeln, Knorpelkörperchen) selbst die Existenz derselben in Frage steht und wird man daher jedenfalls wenigstens insofern ganz im Rechte sein, wenn man die Behauptung ausspricht, dass dieselben sicherlich in keiner wesentlichen Weise die Veränderungen des Zelleninhaltes unterstützen.

Mit diesen beiden Sätzen ist nun freilich die Zellentheilung noch lange nicht erklärt, allein es würde doch immerhin ein wesentlicher Fortschritt gegeben sein, wenn die Thatsachen auch nur insoweit sich feststellen liessen, und habe ich es darum nicht unterlassen mögen, dieselben einer öffentlichen Beurtheilung zu unterstellen, obschon ich mir wohl bewusst bin, wie manches Unvollkommene auch sie enthalten.

Die Frage über die Bildung der Zellen ist jetzt, wo die Lehre von einer freien Zellenbildung in einem Cytoblasteme als beseitigt betrachtet werden kann, eine ganz andere als früher, wo man nach dem Vorgange von *Schleiden* und *Schwann* zu erklären versuchte, wie in einer Flüssigkeit ein *Nucleolus*, um diesen ein Kern und endlich eine Zellmembran sich bilde und hat aus diesem Grunde auch die namentlich seit *Schwann* beliebte Vergleichung der Zelle mit einem Krystall nicht mehr die Bedeutung wie früher. Ich finde mich daher auch nicht veranlasst hier näher auf diesen Gegenstand einzugehen, doch kann ich nicht umhin zu bemerken, dass mit Hinsicht auf die erste Erzeugung organischer Formen, eine solche Vergleichung immer ihren Werth behalten wird. — Die Frage nach den bei der Zellentheilung der Pflanzen wirksamen Kräften ist von der Botanik so zu sagen noch gar nicht ins Auge gefasst.

§. 14.

Lebenserscheinungen der fertigen Zellen. Wachsthum. Sind die Zellen einmal gebildet, so treten an denselben eine bedeutende Zahl von Functionen auf, die, wie die des ganzen Organismus, in animale und vegetative sich scheiden lassen. Die letzteren betreffen sowohl die Formverhältnisse der ganzen Zellen und ihres Inhaltes, als auch die chemische Zusammensetzung und lassen sich mit den Namen Wachsthum und Stoffwechsel bezeichnen.

Was das Wachsthum anlangt, so kommt ein solches wohl allen Zellen zu und kann in gewissen Fällen, wie bei den Eiern, den Linsenfasern, Elfenbeinzellen, den glatten und vor Allem bei den quergestreiften Muskelfasern zu ganz colossalen Vergrösserungen führen. Dasselbe macht sich sowohl an dem Zelleninhalte als an den Zellenmembranen geltend, bei dem erstern als einfache Massenzunahme, bei den letztern in der Art, dass sie entweder in der Fläche sich ausdehnen oder sich verdicken, welche beiden Vorgänge auch verbunden erscheinen. Das Flächenwachsthum der Membranen zeigt sich sehr gewöhnlich als ein allseitiges dann, wenn Zellen ohne Aenderung in

der Form sich vergrössern, wie z. B. die Eier, viele Nervenzellen u. a., häufig aber auch als ein einseitiges bei allen Zellen, die in ihrer Form von der primitiven Kugelgestalt abweichen, in der Art, dass die Membranen nur an gewissen Stellen neue Stoffe ansetzen und sich ausdehnen. Verdickungen der Membranen sind im geringerem Grade bei fast allen Zellen zu finden, indem wohl alle mit dem Alter etwas fester werden, in bedeutenderer Weise zeigen sich dieselben nur an wenigen Orten, wie namentlich bei den Knorpelzellen, Eiern und gewissen Epithelialzellen. Im einzelnen Falle ist es oft nicht leicht zu entscheiden, ob diese Verdickungen auf einer Zunahme der primären Membranen selbst beruhen oder auf Rechnung von secundären Ablagerungen auf die äussere Fläche derselben zu setzen sind.

Auch die Kerne und Kernkörperchen betheiligen sich an dem Wachsthum der Zellen bis zu einem gewissen Grade. An den ersten ist allseitiges Wachsthum in allen sich vergrössernden Zellen sehr leicht nachzuweisen, an manchen, wie denen der glatten Muskeln, der Bildungszellen der elastischen Fasern, der Gefässepithelien und andern, auch eine einseitige Ausdehnung, in Folge welcher sie oft die Gestalt langer schmaler Stäbchen annehmen. Bei den Kernen gewisser Drüsenzellen von Insecten findet sich, wie *H. Meckel* zuerst angegeben hat, eine Umwandlung in stark ramificirte Gebilde und von den Kernen der Samenzellen habe ich gezeigt, dass sie durch Verlängerung zu den beweglichen Samenfäden sich gestalten. Die *Nucleoli* wachsen ebenfalls nicht selten mit ihren Zellen (Ganglienkugeln, Eier), nehmen jedoch, ausser wenn sie sich theilen, nur sehr selten eine von der Kugelform abweichende Gestalt an.

Das Wachsthum der Zellen hängt mit der lebhaften Stoffaufnahme derselben aufs innigste zusammen, wovon im nächsten §. mehr. Hier möge nur bemerkt werden, dass die Vergrösserungen der Zellmembran in der Fläche und ihre Dickenzunahme nicht anders gedacht werden können, als indem man annimmt, dass aus den Flüssigkeiten, die dieselben durchdringen und tränken, Theilchen sich niederschlagen und an die schon bestehenden Molecüle sich anlegen, bei welchem Vorgange mit *Schwann* verschiedene Modalitäten denkbar sind, woraus dann die mannigfachen Gestaltungen der Zellen sich erklären. Die nähern Vorgänge bei diesem Gestaltungsprocesse sind uns jedoch bis dahin noch gänzlich verborgen und ebenso hat sich auch noch nicht begreifen lassen, warum die Kerne in ihren Wachsthumserscheinungen so viel einfacher sich verhalten als die Zellen. Da übrigens ein Wachsthum nicht bloss bei Zellen, Kernen und Kernkörperchen, sondern auch bei andern im Zelleninhalte befindlichen Bläschen vorkommt (siehe §. 8), so folgt, dass dasselbe eine organischen Bläschen überhaupt zukommende Eigenschaft ist, welche nicht einseitig aus dem bei den Zellen zu beobachtenden zu erklären ist.

Es liegt nahe die Art und Energie des Wachsthums im Allgemeinen auf den Stoffwechsel in den betreffenden Bläschen, auf ihre chemische Zusammensetzung und gewisse äussere Verhältnisse zu beziehen. Besteht ein solches Gebilde nur aus Fett und einer Eiweisshülle, so wird das Wachsthum entweder ganz fehlen oder einfach auf eine gewisse Zunahme des Fetttropfens sich beschränken, im entgegengesetzten Falle wird eine grössere Entfaltung desselben möglich sein. Hier wird es jedoch wiederum darauf

ankommen, welche Zufuhr von Stoffen gegeben ist und welche sonstigen Anregungen und Einwirkungen von aussen da sind. Befindet sich ein organisches Bläschen, wie etwa ein Kern oder ein Dotterbläschen in einem einfacheren, in seiner Zusammensetzung fast unveränderlichen Medium, dessen Theile alle unter demselben Drucke stehen, so wird sich dasselbe mit diesem Medium eher ins Gleichgewicht setzen oder wenigstens, wenn die Verhältnisse der Hülle eine Ausdehnung gestatten, keine besonders abweichenden Formen annehmen. Ist dagegen die umgebende Flüssigkeit, wie bei vielen Zellen die Ernährungsflüssigkeit, sehr wechselnd, steht dieselbe nicht immer unter dem gleichen Drucke, so dass der Stoffwechsel des Bläschens ein lebhafter ist, so ist die Möglichkeit zu grösserem Wachsthume und auch wohl zur Annahme besonderer Gestaltungen gegeben. Bei den Zellen kommt nun gegenüber den Kernen sicherlich auch noch das in Betracht, dass sie eben im Kerne, der ja auch Stoffwechsel besitzt, ein Gebilde führen, das ihren eigenen Stoffumsatz lebhafter machen muss. Vielleicht wird sich auch noch einmal zeigen lassen, dass bei den Zellen mit ergiebigstem Wachsthum besondere bestimmende Momente vorhanden sind und will ich hier nur noch darauf aufmerksam machen, dass es einmal die Zellen der functionell wichtigsten Gewebe sind, die durch die Energie und den besonderen Gang ihres Wachsthumes sich auszeichnen (contractile Faserzellen, quergestreifte Muskelfasern, bei denen die grossartige Kernvermehrung auch sehr zu berücksichtigen ist, Ganglienzellen, Bildungszellen der Nervenröhren) und zweitens diejenigen, die als säfteführende Apparate eine Rolle spielen (Bildungszellen der Capillaren und Zahnröhrchen, Saftzellen aller Art, Knochenzellen). Dagegen haben Zellen, deren Function auf einfache vegetative Verhältnisse herausläuft, wie die des Oberhautgewebes und der Drüsen auch einfache Formen.

§. 15.

Stoffwechsel der Zellen. Stoffaufnahme und Stoffumwandlung. Um die Vorgänge des Stoffwechsels der Zellen klar zu übersehen, wäre es vor Allem nothwendig, eine genauere Kenntniss der chemischen Beschaffenheit des Zelleninhaltes zu haben als wir sie besitzen. Nur zwei Zellenarten, das Ei und die Blutzellen sind sorgfältiger untersucht, allein diese verhalten sich gerade so eigenthümlich, dass sie kaum als Typus der Zellen im Allgemeinen gelten können. Immerhin lässt sich aus diesen Analysen zusammengehalten mit dem, was die neuern Untersuchungen über die Zusammensetzung zellenreicher Organe, wie der Leber, Nieren und des *Pancreas* gelehrt haben, so viel entnehmen, dass viele Zellen von der in §. 8 namhaft gemachten gewöhnlichen Zusammensetzung sehr wesentlich abweichen, insofern als in ihnen einzelne Bestandtheile sehr überwiegen oder ganz besondere Stoffe dazu kommen.

Die Erscheinungen, welche mit Bezug auf den offenbar so mannigfaltigen Inhalt während des Lebens an den Zellen vorkommen, lassen sich am geeignetsten als Stoffaufnahme, Stoffumwandlung und Stoffabgabe bezeichnen und beruhen auf chemischen und physikalischen Erscheinungen, die einem guten Theile nach auch durch das Mikroskop zu verfolgen sind, indem sehr häufig Formwechsel der Zellen und ihres Inhaltes Hand in Hand mit ihnen gehen. Was die Stoffaufnahme betrifft, so vereinigen sich bei derselben so viele Factoren, um ein Gesammtergebniss hervorzubringen, dass es eine schwierige Aufgabe ist, im einzelnen Falle nachzuweisen, wie dieselbe sich macht, um so mehr, da uns sicherlich noch manche und wohl gerade die wichtigsten Erscheinungen des Zellenlebens unbekannt sind. Als solche Factoren sind zu nennen der Blutdruck und die andern äussern Druck-

verhältnisse, diosmotische Strömungen, Imbibitionserscheinungen, Druckwirkungen innerhalb der Zellen selbst, chemische Vorgänge in denselben, Nerveneinflüsse. Obschon nun freilich wohl nie alle diese Verhältnisse gleichzeitig im Spiele sind, so giebt es doch Zellen genug, bei denen mehrere derselben mit einander wirken und erscheint es daher zur Erleichterung der Auffassung am gerathensten, die einfachsten Fälle zum Ausgangspunkt zu wählen. Als solche möchten die zu bezeichnen sein, welche, sich anschliessend an das, was die einfachen Pflanzen zeigen, bei den niedersten Thieren, den Zellen von Embryonen und den frei in Flüssigkeit schwimmenden Zellen höherer Geschöpfe sich finden. Nehmen wir z. B. die ersten Zellen der Keimblase eines Säugethierembryo, die der Embryonalanlage eines niedern Wirbelthiers oder die ersten farblosen Blutzellen einer Froschlarve, welche mit Bezug auf die Stoffaufnahme einzig und allein auf den Dotter, das Fluidum im Innern der Keimblase und das erste Blutplasma angewiesen sind, so ergiebt sich bald, dass hier vor allem die chemischen Vorgänge im Innern der Zellen und Imbibitionsphänomene im Spiele sind. Am besten zeigen dies die Blutzellen der Froschlarven. Anfangs den übrigen embryonalen Zellen gleich und ganz mit Dotterkörnern vollgepfropft, erleiden dieselben bald im Innern energische Stoffumwandlungen, in Folge welcher die Dotterkörner nach und nach einschmelzen, während zugleich der rothe Farbstoff in ihnen sich entwickelt. Mit dieser Aenderung der chemischen Zusammensetzung des Zelleninhaltes müssen nun auch die Beziehungen der Zellen zur umgebenden Flüssigkeit andere werden, und kann es keinem Zweifel unterliegen, dass Hand in Hand mit derselben Stoffe aus dem Plasma in die Zellen eindringen, umgekehrt aber auch Theile des Zelleninhaltes heraustreten, obschon die näheren Modalitäten dieser Wechselbeziehungen nicht anzugeben sind. Man ist von jeher geneigt gewesen, solche Verhältnisse auf Endosmose zu beziehen, ich habe jedoch gezeigt (Zeitschr. f. wiss. Zool. VII. p. 253), dass die Blutzellen gegen verschiedene Salzlösungen sich keineswegs so verhalten, wie es nach den bekannten Erfahrungen über das endosmotische Aequivalent dieser Salze zu erwarten war, wogegen alle beobachteten Erscheinungen ganz gut mit dem stimmen, was man über das Verhalten imbibirter permeabler Elementartheile (Samenfäden, Nervenfasern, Muskelfasern) gegen Salzlösungen weiss. Es gewinnt so den Anschein, dass zarte Zellen, wie die Blutkörperchen, in ihren Beziehungen zu Flüssigkeiten sich wie einfache imbibirte Körper verhalten und ihre Membranen hierbei keine besondere Rolle spielen. Man glaube jedoch nicht, dass dieser Imbibitionsaustausch bei einem Blutkörperchen nun so verlaufe, wie etwa bei einer mit Salzlösung imbibirten Faser, die man in Wasser legt, vielmehr machen sich bei lebenden Elementartheilen noch andere Einflüsse geltend, vermöge welcher dieselben dem umgebenden Medium gegenüber eine ganz specifische Zusammensetzung bewahren. So wenig als der Inhalt einer einzelligen Pflanze oder der Zellen einer Spongie oder eines andern in Wasser lebenden Thieres sich mit dem süssen oder salzigen Wasser ins Gleichgewicht setzt, so gut als der die Muskelfasern tränkende Muskelsaft gegenüber dem ernährenden Blutplasma seine Eigenthümlichkeit bewahrt, in gleicher Weise findet man auch bei den Blut-

zellen und im Allgemeinen bei allen Zellen, dass sie den specifischen Character, den sie erlangt haben, mit grosser Zähigkeit bewahren. Der Grund dieser Eigenthümlichkeit liegt nun wohl zum Theil darin, dass die Zellen die in sie eindringenden Substanzen immerwährend nach zwei Richtungen, progressiv und regressiv, umwandeln, was, indem es den doppelten Imbibitionsstrom fortwährend rege erhält, zugleich den Zellen ihre besondere Zusammensetzung wahrt (man denke hier namentlich an die einzelligen Organismen beider Reiche, die aus wenigen einfachen Stoffen ihren mannigfaltigen Inhalt erzeugen), allein es möchte denn doch wahrscheinlich sein, dass ausserdem noch ganz dunkle Attractions- und Repulsionserscheinungen bei diesen Vorgängen mitwirken, welche einerseits die Bestandtheile der Zellen zusammenhalten und den Eintritt von gewissen Substanzen in sie verhindern, andrerseits aber auch das Aus- und Eindringen von solchen begünstigen. Wenn wir sehen, dass die Leberzellen den Zucker nur nach der einen, die Galle nach der andern Seite abgeben, dass die Nierenzellen das in ihnen befindliche Eiweiss zurückhalten, wenn wir bedenken, dass im Leben weder der Harn in der Blase, noch der Gallenfarbstoff in den Gallenorganen und im Darme resorbirt werden, während dies doch in der Leiche geschieht, wenn wir endlich noch dazu nehmen, welchen merkwürdigen Einfluss die Nerven auf die Absorption von Blutplasma durch die Zellen der Speicheldrüsen und auf den Chemismus der Leuchtzellen von Lampyris haben, so kommen wir zur Ueberzeugung, dass der Stoffwechsel der Zellen noch einen besonderen Regulator hat, über den sich vorläufig nichts Bestimmtes aussagen lässt, obschon die Vermuthung nahe liegt, dass die sicherlich in den Zellen, so gut als in ihren Abkömmlingen, den Nervenröhren und Muskelfasern, vorkommenden electrischen Erscheinungen bei demselben betheiligt sind.

Bis jetzt war bloss von den einfachsten Formen der Stoffaufnahme durch die Zellen die Rede, man nehme nun aber noch folgendes hinzu. In sehr vielen Fällen ist der Blutdruck ein Hauptfactor für den Eintritt von Stoffen, vor allen bei den Drüsenzellen, was jedoch wiederum nicht so zu fassen ist, als ob nun die Zellen gerade alle aus den Capillaren austretenden Substanzen durchliessen. Auch die Endosmose kann ins Spiel kommen, wenn, wie z. B. bei der Darmschleimhaut, Zellenlagen zwischen den zwei in Wechselwirkung befindlichen Flüssigkeiten sich finden. Auf der äussern Oberfläche des Körpers befördert die Verdunstung den Uebertritt von Substanzen in die Epidermiszellen. Ausserdem entwickeln auch die Zellen selbst, wie *Donders* sinnreich auseinandergesetzt hat, besondere Druckphänomene unter dem Einflusse ihrer elastischen Membranen, die auch nicht ausser Acht zu lassen sind. Endlich hat vielleicht auch die chemische Zusammensetzung der Zellen noch in ganz besonderer Weise einen Einfluss auf die doppelten Imbibitionsströme derselben, wenn es sich ergeben sollte, dass, was von den beiderlei Arten von Muskelzellen sicher und von den Blutzellen wahrscheinlich ist, dass nämlich der Zelleninhalt sauer reagirt, während die ernährende Flüssigkeit alkalisch ist, für noch andere Zellen ebenfalls zutrifft. (Nach *Ransom* reagirt auch der Dotter von *Gasterosteus* sauer). — So kommen eine grosse Zahl äusserer und innerer Momente zusammen, um den Vorgang

der Stoffaufnahme durch die Zellen zu einem der verwickeltesten, freilich aber auch für die Lehre von den Lebensvorgängen allerwichtigsten zu machen, dessen Studium von der Physiologie viel mehr in den Vordergrund gestellt zu werden verdient als es bisher geschehen ist.

Wir haben schon im Vorigen angedeutet, dass die Zellen die in ihnen enthaltenen und von Aussen aufgenommenen Stoffe umändern, was von *Schwann* mit dem Namen der metabolischen Erscheinungen bezeichnet worden ist. Diese Umänderungen betreffen sowohl die Membranen, als den Inhalt. Erstere anlangend, so ist so viel sicher, dass dieselben bei den meisten Zellen nicht nur mit dem Alter dicker und fester werden, sondern auch eine andere chemische Beschaffenheit annehmen, doch ist es in speciellen Fällen nicht möglich zu sagen, worauf die Umänderung beruht. Bei den Horngebilden sind die Membranen der jungen Zellen in Alkalien und Säuren leicht löslich, während dieselben später zum Theil ungemeinen Widerstand leisten; dasselbe findet sich bei einigen höheren Elementartheilen, wie bei den Nervenröhren, animalen Muskelfasern und den Capillaren, bei denen das *Sarcolemma*, die Nervenröhrenscheide und die Capillarmembran ganz anders reagiren als die ursprünglichen Bildungszellen. Auch bei den Bindegewebskörperchen und elastischen Fasern, verglichen mit ihren Bildungszellen, sowie den rothen Blutzellen im Gegensatze zu ihren farblosen Vorläufern, ist der Unterschied schlagend genug. Diese Beispiele, die sich noch vervielfältigen liessen, mögen genügen, um das Vorkommen von Metamorphosen der Zellmembranen festzustellen. Spätere Untersuchungen werden zu zeigen haben, worauf dieselben beruhen, ob wirklich, wie es den Anschein hat, an manchen Orten die ursprüngliche Zellmembran mit der Zeit in ihrer Zusammensetzung wechselt oder ob etwa die Aenderung in den Reactionen nur in der Aufnahme fremdartiger Substanzen, in Incrustationen der Membran mit Salzen u. s. w. begründet erscheint, ähnlich wie die Botaniker etwas der Art für die pflanzlichen Zellmembranen anzunehmen geneigt sind, oder endlich ob dieselbe, wie es für die Knorpelzellen sicher sein möchte, von secundären Ablagerungen aussen an den ursprünglichen Membranen abhängig ist.

Die Umwandlungen im Zelleninhalte sind zweierlei; Stoffbildung und Stoffauflösung. Beide Processe sind bei Embryonen verschiedener Thiere leicht zu verfolgen, bei denen einmal die von Dotterelementen strotzenden ersten Bildungszellen nach und nach einen mehr flüssigen körnerlosen Inhalt bekommen, indem die Dotterkörner bald von der Zellmembran her gegen den Kern zu, bald von innen nach aussen sich auflösen und zweitens in diesen so veränderten Zellen die mannigfachsten Neubildungen auftreten, unter denen die von Hämatin, den verschiedenartigen Pigmenten und von Fett am meisten in die Augen springen. Aber auch bei erwachsenen Geschöpfen sind Umwandlungen des Zelleninhaltes ganz gewöhnliche und zugleich sehr wichtige Erscheinungen, die an vielen Orten, wegen der ungemeinen Zahl von Zellen, die in gleicher Weise bei denselben sich betheiligen, unerwartet grossartige Resultate bedingen, als deren wichtigsten eines die Gallensecretion zu bezeichnen ist, die so zu sagen nur durch die Thätigkeit der vielen Millionen die Leber bildenden Leberzellen zu Wege gebracht wird. Eine hübsche Reihe von

Veränderungen lässt sich auch an den Fettzellen verfolgen, die je nach dem Mangel oder dem Ueberfluss von Ernährungsflüssigkeit in den einen Fällen ihren Inhalt verlieren, so dass sie selbst zu einfachen serumhaltenden Bläschen werden, in andern wieder strotzend mit Fetttropfen sich erfüllen, ferner an den Zellen der fettbereitenden Drüsen, die anfangs fettarm und zuletzt mit Fett ganz vollgepfropft sind, ebenso an den Lymphkörperchen, die Blutfarbstoff in sich bilden und zu Blutkörperchen werden, endlich an den Eiern aller Thiere, die Fett und Eiweisskörper in sich ablagern. Auch die Schleimbildung muss meinen Erfahrungen zufolge in die Epithelialzellen der Schleimdrüsen und Schleimhäute verlegt werden, ebenso die der Eiweisskörper des Magensaftes und Bauchspeichels in die Zellen der betreffenden Drüsen, die von Zucker, Leucin, Tyrosin in die Zellen von Leber, Pancreas und Nieren. Weitere Belege der mannigfachsten Art kann die vergleichende Anatomie liefern und erwähne ich hier nur die Bildung von Concretionen von harnsauren Salzen in den Nierenzellen der Mollusken und in den Fettkörperzellen von Lampyris, von Gallenbestandtheilen in den Leberzellen von Krustern und Mollusken, die von Sepia in den Zellen des Tintenbeutels der Cephalopoden, von besonderen Farbstoffen bei Mollusken. Sehr interessant ist auch mit Bezug auf die chemischen Leistungen der Zellen das von *H. Meckel* bei Wirbellosen entdeckte Vorkommen von Drüsen, die aus einer einzigen Zelle bestehen. Aus der pathologischen Anatomie gehören hierher die Pigmentbildungen, die Metamorphosen der blutkörperhaltigen Zellen, die Fettniederschläge in Zellen aller Art.

Mit diesen Umwandlungen gehen mannigfache morphologische Erscheinungen Hand in Hand, wie die schon erwähnten Verdickungen der Zellmembranen und schichtenweisen Ablagerungen auf die Aussenseite derselben selbst mit Bildung von Porencanälchen, ferner Niederschläge im Zelleninhalt von Körnchen mannigfacher Art, wie von Pigment und eiweissartiger Substanz (in vielen Epithelien), Bildung von Fetttropfen, Elementarbläschen, Concretionen, Krystallen und Kernen. In gewissen Fällen entstehen diese Productionen im Innern von besonderen grösseren Bläschen (Nierenzellen und Leberzellen von Mollusken, Leberzellen von Krustern), die man nach *Nägeli's* Vorgang mit *H. Meckel* »Secretbläschen« nennen kann. Selbst Bewegungen, ähnlich den Saftströmungen der Pflanzen, scheinen in Zellen niederer Thiere (von mir gesehen in Zellen von *Polyclinum stellatum* und den Knorpelzellen der Kiemenstrahlen eines neuen Kopfkiemers (Fig. 10)) und bei Protozoen (Saftströmung von *Loxodes bursaria*, contractile Höhlungen verschiedener Infusorien) vorzukommen, wogegen die sogenannte *Brown*'sche Molecularbewegung, d. h. ein mehr oder minder lebhaftes Zittern von Körnchen ohne grössere Ortsveränderung, die man unter dem Mikroskope in vielen Zellen, am schön-

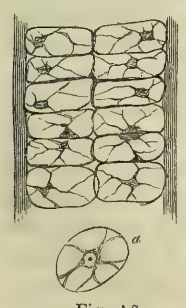


Fig. 10.

Fig. 10. Ein Theil des Knorpelstrahls eines Kiemenfadens eines neuen Kopfkiemers (*Amphitrite bombyx*, *Dalyell*) mit Saftströmchen in den Knorpelzellen, *a* eine isolirte Knorpelzelle, 350mal vergr.

sten an den Pigmentzellen des Auges wahrnimmt, wohl kaum unter die auch während des Lebens vorkommenden Erscheinungen zu rechnen ist.

Auch die Kerne betheiligen sich hie und da, obschon im Ganzen genommen selten, an den Veränderungen der Zellen. Man findet an ihnen als gewöhnlichste Erscheinung die Aufhellung, resp. Verflüssigung eines anfänglich zäheren Inhaltes, worauf es beruht, dass sie in jungen Zellen homogen, in grösseren deutlich als Bläschen erscheinen. Eine Bildung von Körnern in Kernen ist sehr selten (siehe oben); auch Farbstoffe, Krystalle, Concretionen finden sich bei Thieren hier nicht, wogegen die Bildung der nesselnden Fäden gewisser Wirbelloser in Kernen statt zu haben scheint.

Bei der Erklärung der metabolischen Erscheinungen der Zellen ist auf jeden Fall der Zellenkern vor Allem zu berücksichtigen, denn ebenso wie er die Theilung der Zellen bedingt, ist er auch das Centrum für die Saftströmungen und für die Niederschläge und Auflösungen in den Zellen und hat er ferner den entschiedensten Einfluss auf das Wachsthum derselben, wie am besten auf der einen Seite die unter reichlichster Kernvermehrung so gewaltig heranwachsenden quergestreiften Muskelfasern und die mächtigen Zellen der Spinnorgane der Raupen mit ihren allseitig verästelten Kernen, auf der andern Seite der Umstand lehrt, dass Zellen, die ihre Kerne verloren haben, nie wachsen (rothe Blutzellen, Epidermisschuppen) oder zu Grunde gehen (der Atrophie des Schwanzes der Froschlarven geht nach *Bruch* ein Schwinden der Kerne voraus). Es hiesse jedoch zu weit gehen, wollte man den Kern als das allein Anregende betrachten; denn erstens ist kein Grund vorhanden, warum nicht auch der Zelleninhalt von sich aus sich umwandeln sollte, und zweitens sind unstreitig die Veränderungen der Zellenmembranen mehr selbstständige, die wahrscheinlich auch noch einen gewissen Einfluss auf den Zelleninhalt haben, wie die Ablagerungen auf dieselben und die oft in ihrer Nähe beginnende Auflösung des festen Zelleninhaltes beweisen. Wird eine genauere Bezeichnung der Vorgänge beim Stoffwechsel als sie in dem bisher Angegebenen enthalten ist, verlangt, so bleibt die Histiologie vorläufig die Antwort schuldig, doch kann noch bemerkt werden, dass man die Einwirkung der Kerne auf den Zelleninhalt schon mit der von Fermentkörpern verglichen hat, weil sie aus stickstoffreicher Substanz bestehen, für welche Auffassung vor allem auch die wichtige Thatsache anzuführen ist, dass von Einer Kernart wenigstens, von den Samenfäden, in der That eine mächtige Einwirkung auf den Stoffwechsel einer besonderen Art von Zellen, nämlich der Eier, feststeht. Auch der Stoffwechsel der Zellen scheint übrigens ebenso wie die Stoffaufnahme derselben in gewissen Fällen sehr wesentlich von den Nerven influenzirt zu werden, wofür sich das von mir bei *Lampyris* Beobachtete anführen lässt, bei welchem Thiere die Zellen des Leuchtorganes nur unter dem Nerveneinflusse einen so vermehrten Stoffwechsel zeigen, dass Leuchten entsteht, ein Phänomen, dem vielleicht die Einwirkung der Nerven auf die Muskelzellen und die Pigmentzellen der Batrachier ganz nahe sich anreiht.

§. 16.

Stoffabgabe der Zellen. Der Vegetationsprocess thierischer Zellen beschränkt sich nicht bloss darauf, Stoffe aufzunehmen und umzusetzen, sondern es werden auch wiederum Stoffe aus denselben frei, die dann in dieser oder jener Weise eine weitere Verwendung finden, oder einfach aus dem Organismus entfernt werden. In vielen Fällen geschieht dies so, dass die Zellen dabei vergehen, wie bei vielen Drüsen, bei denen das reife Secret (Milch, Sperma, Hauttalg, Galle niederer Thiere, Tinte der Cephalopoden) so zu sagen aus nichts anderem als dem Inhalte der Drüsenzellen besteht. Andere Male bleiben die Zellen unverändert, während sie nach aussen Substanzen abscheiden und dann zeigt sich der Vorgang in doppelter Weise.

1) Geben die Zellen Stoffe, die sie von Aussen aufgenommen haben, unverändert wieder ab. Dies geschieht bei den Epitheliumzellen derjenigen Drüsen, die wie die Nieren, Thränendrüsen, Lungen u. s. w. einfach Substanzen aus dem Blute austreten lassen, ebenso bei den Zellen, die die Oberflächen seröser Häute und der äussern Haut bekleiden und wahrscheinlich bei noch manchen andern.

2) Scheiden die Zellen Substanzen ab, die sie in sich bereitet haben, so die Zellen der Leber Galle und Zucker, die der Magensaftdrüsen Pepsin, die des Pancreas einen Eiweisskörper und Leucin, die der Schleimhäute und Schleimdrüsen Schleim. Unter diese Kategorie gehören auch alle Zellenausscheidungen, die in fester Gestalt aussen an den Zellen liegen bleiben.

Das Zustandekommen dieser Abscheidungen, von denen uns übrigens gewiss noch viele unbekannt sind, lässt sich in gewissen Fällen durch den zwischen dem Zelleninhalt und der umgebenden Flüssigkeit stattfindenden doppelten Diffusionsstrom erklären, in Folge dessen, wie wir oben sahen, nicht bloss Stoffe in die Zellen herein, sondern auch aus denselben heraus kommen, in andern kann jedoch hiervon keine Rede sein, und übernehmen der Blutdruck, die Verdunstung und endosmotische Strömungen, bei denen die Zellen eine mehr untergeordnete Bedeutung haben, die Hauptrolle, worüber der vorige §. nachzusehen ist.

Die ausgeschiedenen Stoffe zeigen häufig keine Beziehungen zu den Zellen, aus denen sie hervorgehen und dienen entweder besonderen Zwecken oder werden gänzlich entfernt, wie bei den Drüsen; an andern Orten bleiben sie, feste Gestalt annehmend, aussen an den Zellen liegen und bilden entweder äussere, der Cellulosenmembran der Pflanzen entsprechende Hüllen um die einzelnen Zellen, secundäre Zellmembranen, wie bei den Knorpelzellen und Eiern, oder grössere hautartige Bekleidungen ganzer Zellengruppen, wie die *Membranae propriae* der Drüsen (z. B. der Harncanälchen), die eigentliche Scheide der *Chorda dorsalis*, die sogenannten Glashäute (Linsenkapsel, *Demours*'sche Haut), oder endlich eigenthümliche, den Zellen einseitig anhaftende Massen, wie beim Zahnschmelz, an dem Cylinderepithel des Darmes. Seltener vereinen sich die von vielen Zellen ausgeschiedenen Substanzen zu einer festen sie verbindenden Zwischenlage oder Intercellular-

substanz, wie bei der Grundsubstanz des Zahnbeins und den cellulosehaltenden Bedeckungen der Tunicaten. Auch die Grundsubstanz der Knorpel gehört wenigstens theilweise hierher, indem dieselbe in gewissen Knorpeln nur aus den äussern verschmolzenen Zellmembranen der Knorpelzellen besteht. In andern Knorpeln kommt zu diesen noch eine besondere Zwischensubstanz dazu, bei deren Bildung die Knorpelzellen wohl ebenfalls betheiligt sind. Auch die Grundsubstanz der Knochen und des Cementes besteht zielleicht zum Theil aus Elementen, die von den betreffenden Zellen ausgeschieden sind. In andern Geweben und Organen findet sich eine feste, gallertartige oder flüssige Zwischensubstanz häufig in grosser Menge, wie im embryonalen Glaskörper, embryonalen lockeren Bindegewebe, in den Follikeln der Blutgefässdrüsen, im Blute und im Chylus, in den Drüsensäften, in allen Fasergeweben, allein dieselbe kommt einem guten Theile nach nicht auf Rechnung der Zellen oder der aus ihnen hervorgegangenen Gewebstheile, sondern wird mehr direct aus dem Blute oder aus andern Quellen abgelagert.

Den Bau anlangend, so sind viele, auch festere Zwischensubstanzen ganz homogen. Andere erscheinen körnig, streifig, faserig, ja es kann die Differenzirung derselben so weit gehen, dass wirkliche Fasern in denselben sich entwickeln (*Cart. arytaenoidea*) oder die ganze Substanz in Fasern sich auflöst (gewisse gelbe Knorpel, pathologische wahre Knorpel). Andere Male lagern sich auch Körperchen verschiedener Art, besonders von Fett und Kalk, in ihr ab, wie in Knorpeln. Nimmt man hierzu, dass diese Substanzen auch in chemischer und physikalischer Beziehung eine grosse Mannigfaltigkeit zeigen, so wird ersichtlich, dass dieselben ein nicht unbedeutendes Moment im histiologischen Bau des thierischen Organismus abgeben.

Intercellularräume, durch die Ausscheidungen der Zellen zwischen ihnen sich bildend, sind bei Thieren noch nicht mit der nöthigen Bestimmtheit nachgewiesen, doch gehören wohl die meisten Drüsenräume, die Höhlen des Herzens und der grösseren Gefässe, so wie die verdauenden Höhlen vieler niederen Thiere hierher, insofern, als dieselben durch Ausscheidung von Flüssigkeit im Innern von ursprünglich zusammenhängenden Zellenmassen zu entstehen scheinen.

Bezüglich auf die Entwickelung der Zwischensubstanzen, so wird wohl, wenn man diese Frage von einem ganz allgemeinen vergleichend-histiologischen Gesichtspunkt auffasst, der Satz ausgesprochen werden dürfen, dass dieselben ursprünglich alle durch die Thätigkeit von Zellen, als Abscheidungen von solchen, sich bilden. Bei den einfachen Thieren und in gewissen Geweben und Säften höherer Geschöpfe lässt sich diese Betheiligung von Zellen auch noch später festhalten, doch treten dann bei den letztern auf jeden Fall in entfernter Linie auch das Blut oder die dasselbe vertretenden Flüssigkeiten als betheiligt auf, welche selbst wiederum durch Zufuhren von aussen sich ergänzen und bei den Excreten ist das Blut selbst der Hauptfactor und die Thätigkeit der Zellen ganz in den Hintergrund gedrängt.

Die in bestimmten Formen auftretenden Zellenausscheidungen oder die Extra- und Intercellularsubstanzen im weitesten Sinne, waren der früheren Histiologie ganz unbekannt, indem dieselbe alles, was zwischen den Elementartheilen sich befand, mit *Schwann* als Cytoblastem bezeichnete. Erst im Jahre 1845 wurde durch *Reichert* und mich die Forschung auf diese Bildungen gelenkt und dann später die Lehre von den geformten Zellenausscheidungen namentlich durch mich ausgebildet, in welcher

Beziehung, sowie mit Rücksicht auf den jetzigen Stand dieser Angelegenheit ich auf meine vor Kurzem erschienene Abhandlung in den Würzb. Verh. Bd. VIII. p. 37 verweise. Hier füge ich nur noch folgendes bei,

Die festen Ausscheidungen treten auf:

I. An einzelnen Zellen.

1. Einseitig (Cylinderepithel des Dünndarms, Epidermiszellen von Ammocoetes (Petromyzon), Hornzähne von Batrachierlarven, Zotten der Dotterhaut mancher Fische, Schuppen und Haare der Insecten zum Theil u. s. w.)
2. Allseitig, secundäre Zellmembranen (Kapseln von Knorpelzellen, secundäre Dotterhaut vieler Eier, Zellenkaspeln in den cellulosenhaltigen Theilen von Tunicaten.)

II. An ganzen Zellenmassen.

1. Einseitig auf freien Oberflächen von Epithelialformationen, Cuticulae (Cuticula der Haut vieler niederen Thiere, Schalen der Mollusken, Acetabularringe der Cephalopoden, Byssus der Acephalen, Kiefer, Zunge, Magenzähne, einfache Cuticulae im Darm von Mollusken, Chitinpanzer der Kruster, Spinnen und Insecten, Cuticulae, Haare, Zähne im Darm der Gliederthiere, Chorion der Insecteneier, *Membranae intimae* in gewissen Drüsen von Insecten, Chitinhaut der grösseren Tracheen, Schmelz der Zähne, äussere Eihülle von Perca.
2. Einseitig an angewachsenen Flächen von Epithelialformationen, *Tunicae propriae.* (Structurlose *Membranae propriae* von Drüsen. [Harncanälchen, *Graaf*sche Follikel, Schweissdrüsen, viele Drüsen und Därme Wirbelloser], *Basement membranes* unter Epithelien [Glashäute des Auges, der Haarbälge etc.])
3. Einseitig und allseitig an Zellencomplexen der Bindesubstanz (Grundsubstanz der Knorpel [und Knochen?] zum Theil, Zwischensubstanz des Zahnbeins, des Schleimgewebes niederer Thiere, des gallertartigen Bindegewebes, der Hüllen der Tunicaten, eigentliche Scheide der *Chorda dorsalis*).

Von diesen Ausscheidungen zeigen viele (die Chitinpanzer der Arthropoden, die Magencuticula der Decapoden, die Dotterhäute von Fischen und Holothurien, das Chorion der Insecteneier, die Schalen mancher Acephalen, die Zungenzähne der Heteropoden, die Acetabularringe der Tintenfische, die Cuticulae von Anneliden, die Epidermiszellen von Ammocoetes) in sehr bemerkenswerther Weise, feine Porencanäle, wie die von mir an den Darmcylindern vieler Thiere aufgefundenen, nur oft viel schöner und deutlicher. Ich habe alle diese Poren als gleichwerthige Bildungen bezeichnet und zugleich nachgewiesen, dass dieselben für die Vorgänge des Stoffwechsels nicht unwichtige Theile sind, worüber das Nähere an dem angegebenen Orte nachgesehen werden kann.

Ich will übrigens nicht unterlassen, auch an diesem Orte, wie schon anderwärts (Würzb. Verh. Bd. VIII. p. 105), darauf aufmerksam zu machen, wie die Frage von den Membranen der thierischen Zellen und ihren Ausscheidungen, resp. Verdickungen, sich gestaltet, wenn man von der älteren Anschauung ausgeht, nach welcher die Zellen nur einfache Hüllen haben. In diesem Falle ist es nicht die primäre Zellenmembran, die die Verdickungsschichten abscheidet, sondern der Zelleninhalt, woraus denn ferner folgt, dass an einer Zelle mit verdickter Wand, bei einer Knorpelzelle oder einem Ei z. B., die alleräusserste Schicht die ursprüngliche Zellmembran darstellt. Als weitere Consequenz dieser Auffassung müsste man dann sagen, dass die Zellmembranen, so lange sie nicht erheblich verdickt sind, an der Theilung der Zellen einen directen Antheil nehmen, dass dagegen im entgegengesetzten Falle, also bei der endogenen Zellenbildung, nur der Inhalt sich theile und erst nachträglich Membranen um die Inhaltsportionen sich bilden, so dass mithin die Furchungskugeln, die Inhaltstheilstücke einer sich vermehrenden Knorpelzelle anfänglich hüllenlos wären. Der von selbst sich darbietende Einwurf gegen diese Lehre, dass bei den einseitig auftretenden

Verdickungen der Zellmembranen, wie bei den *Membranae propriae*, *Cuticulae*, Chitinlagen, die denselben anliegenden Zellen leicht sich ablösen und ringsherum Membranen haben, liesse sich dadurch unschädlich machen, dass man für diese Fälle wirkliche Ausscheidungen auf die äussere Fläche der Zellen statuiren könnte, welche Verdickungen dann allein mit den Zwischenzellsubstanzen in eine Linie kämen. — Man sieht, dass auch diese Auffassung sich hören lassen kann und wird vielleicht die ganze Frage, wie bei der Botanik, wo ja auch die Existenz des Primordialschlauches immer noch streitig ist, noch lange in *suspenso* bleiben und je nach dem subjectiven Gesichtspunkte der Forscher so oder so entschieden werden. Ich habe mich hier und im §. 7 für die Annahme zweier Zellmembranen vorzüglich aus dem Grunde entschieden, weil an gewissen Orten, vor allem an den Knorpelzellen, die Existenz einer zarten Membran um den Inhalt nicht zu bezweifeln ist, einer Hülle, die nicht zu den Verdickungsschichten gezählt werden kann, weil sie, wie die Umwandlungen der Knorpelzellen an Ossificationsrändern, d. h. ihr Uebergang in die Zellen des jungen Knochenmarks, lehren (siehe unten), einer primären Zellenmembran entspricht. Abgesehen hiervon kann es keinem Zweifel unterliegen, dass bei der von mir vertheidigten Auffassung alle und jede Verdickungen von Zellen unter Einen Gesichtspunkt fallen, während bei der Annahme nur Einer Zellmembran, die einen derselben als Ablagerungen auf die Innenseite der Zellmembran, die andern als Abscheidungen auf ihrer äusseren Fläche erscheinen, wodurch im Bau und Function ganz verwandte Bildungen auseinandergerissen würden. Nicht unwichtig erscheint endlich auch, dass im letztern Falle an vielen Orten die Annahme einer Neubildung von Zellmembranen nöthig wäre, während alle Thatsachen der neuern Zeit immer mehr darauf hinweisen, dass in jeder organischen Entwickelungsreihe ein ununterbrochener Zusammenhang der Elementarformen gegeben ist. — Immerhin bin ich nicht gemeint, die von mir vertheidigte Auffassung als eine ganz gesicherte hinzustellen, und habe ich gerade aus diesem Grunde es nicht unterlassen wollen, hier ausdrücklich auch auf die andere Seite der Frage aufmerksam zu machen.

§. 17.

Animale Functionen der Zellen. Zu den Lebenserscheinungen der Zellen gehören auch gewisse Bewegungen, die an Zellen auftreten, von denen es sehr wahrscheinlich ist, dass sie nur den Inhalt und nicht die Zellmembranen betreffen. Während vor noch nicht langer Zeit solche Bewegungen als höchst merkwürdige vereinzelte Erscheinungen angesehen wurden (man erinnere sich an *Siebold's* und meine Beobachtungen über die contractilen Zellen der Planarienembryonen, an *Vogt's* und meine Erfahrungen über die Bewegungen der Herzen von Alytes- und Sepiaembryonen zu einer Zeit, wo dieselben nur aus Zellen bestehen), mehren sich in der neuesten Zeit die Wahrnehmungen über solche Vorgänge in der Art, dass ich mich veranlasst fand, die Frage aufzuwerfen, ob nicht der Inhalt aller und jeder thierischen Zellen in dieser oder jener Weise Bewegungsphänomene darbiete. Doch sehen wir vorerst, bei welchen Elementen solche Erscheinungen beobachtet sind.

Nehmen wir keine Rücksicht auf die einfachsten Thierformen, deren einzellige Natur von Mehreren bezweifelt wird und auf jeden Fall nicht als über jeden Zweifel hinaus bewiesen anzusehen ist, so finden wir bei zusammengesetzten Organismen folgende Zellen als contractil:

1. Die Zellen der Leibessubstanz einfacher Thiere (*Hydra*, *Spongillen*).
2. Den Inhalt der unbefruchteten oder befruchteten Eier (Zellen von Planarienembryonen, Furchungskugeln der Frösche, *Ecker*; Dot-

terkugeln des unbebrüteten Hühnereies, *Remak;* Dotter der Eier von *Gasterosteus*, *Ransom (Proc. of the R. Soc. of London 1854. Vol. VII. p. 171)*; Nahrungsdotter des befruchteten Hechteies, *Reichert*.

3. Die farblosen Blutzellen (bei Wirbelthieren und Wirbellosen gesehen von *Wharton Jones* und vielen andern).
4. Gewisse Epithel- und Drüsenzellen (Flimmerzellen aller Art; Schleimkörperchen, *Huxley;* Eiterkörperchen, *Lieberkühn*; Leberzellen von Kaninchen, *Leuckart;* Inhalt der einzelligen Drüsen von *Distoma lanceolatum*, *Walter* (Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. p. 199.)
5. Zellen vom Werth der Bindegewebskörperchen (Pigmentzellen von *Batrachiern* und von *Chamaeleo*, *Brücke* u. A.; Bindegewebszellen von *Cyanea*, *Huxley* und von *Cassiopeia* und *Torpedo*, ich; Parenchymzellen der Cellulosenhülle von *Polyclinum*, ich.
6. Die Zellen des Muskelgewebes. (Embryonale Muskelzellen der Herzen von *Alytes*, *Sepia*, *Limax*, *Gallus*, *Vogt*, ich, *Gegenbaur*, *R. Wagner;* Muskelzellen aus dem Herzen von Wiederkäuern, contractile Faserzellen und quergestreifte Muskelfasern).
7. Die aus Kernen hervorgehenden wahren Samenfäden und die Kernen entsprechenden Samenkörperchen der Nematoden (*Schneider* im Monatsb. d. Berl. Akad. 1856. Apr., *Claparède* Zeitschr. f. wiss. Zool. IX. p. 125).

Dieser Aufzählung zufolge sind es eigentlich von den selbständigen Zellen erwachsener Thiere nur drei Arten, die Nervenzellen, die rothen Blutzellen und die Knorpelzellen (bei welchen letzteren übrigens dieselben der starren Kapseln wegen nicht zur Anschauung kommen könnten), an denen noch keinerlei Bewegungsphänomene wahrgenommen sind und wird aus diesem Grunde doch zuzugeben sein, dass die von mir aufgeworfene Frage keine ganz müssige war. Uebrigens möchte ich dieselbe nicht so aufgefasst wissen, als ob ich meinte, dass jede Zelle ohne Ausnahme contractil sei; was ich vermuthe, ist nur das, dass alle Zellen in einem gewissen Stadium ihrer Entwickelung Bewegungen darbieten.

Was nun die Art der beobachteten Bewegungen anlangt, so ist dieselbe nicht überall gleich. Jedermann kennt die Phänomene, die die Wimperhaare, Samenfäden und Muskelfasern zeigen und will ich daher nur die Erscheinungen, die die übrigen Elemente darbieten, kurz berühren. Dieselben beruhen darauf, dass die Zellen langsam ihre Form ändern, indem sie stellenweise oder ganz sich contrahiren und wieder sich ausdehnen, welche Vorgänge bald mehr, bald weniger ausgeprägt vorkommen. In den günstigsten Fällen entstehen schöne und abwechselnd von einem Zellenpol zum andern fortschreitende Contractionen, wie bei den Zellen der Planarien, oder es nehmen die Zellen in den Extremen die Form einer Kugel und eines vielstrahligen Sternes an (Zellen von Polyclinum). An den Pigmentzellen der Batrachier will *Lister* (l. s. c.), der dieselben sehr sorgfältig studirt hat, die merkwürdige Beobachtung gemacht haben, dass die Zellen, nicht wie allgemein angenommen wird, bald sternförmig und bald rund sind, dieselben sollen vielmehr ihre sternförmige Gestalt immerwährend behalten und ihre scheinbar runde

Form nur dadurch entstehen, dass die Pigmentkörner unter der Einwirkung des Zellenkernes in den Zellenkörper sich zusammenziehen, wodurch dann die leer oder besser farblos zurückbleibenden Strahlen dem Blicke fast ganz sich entziehen. Diese Pigmentzellen sind auch dadurch von Bedeutung, dass das Nervensystem einen entschiedenen Einfluss auf ihre Bewegungen hat, was an die Muskelzellen erinnert.

Da erst die neueste Zeit die Bewegungsphänomene der einfachen Zellen zu untersuchen begonnen hat, so ist es auch noch nicht möglich etwas Bestimmtes über die ihnen zu Grunde liegenden Momente anzugeben. Daraus, dass ich dieselben mit der Bewegung der Wimpern und Samenfäden, so wie mit den Contractionen der Muskelfasern zusammengebracht, wird jeder entnommen haben, dass ich die Contractilität der Zellen als Theil einer weitverbreiteten Erscheinung auffasse. Mag nun die Zukunft meine Vermuthung von dem ganz allgemeinen Vorkommen der Bewegungen des Zelleninhaltes rechtfertigen oder nicht, so ist doch wohl so viel sicher, dass dieselben auf das innigste mit den chemischen Vorgängen in den Zellen verbunden sind und gewissermassen den sichtbaren Ausdruck des Stoffwechsels derselben darstellen. Es ist nämlich ich möchte sagen gewiss, dass alle diese Erscheinungen, wie *Donders* zuerst es ausgesprochen hat, nur den Zelleninhalt betreffen und darf daher auch die Saftströmung in den Zellen (ein pflanzlicher Primordialschlauch mit Saftströmung würde wohl auch Formveränderungen darbieten, wenn er keine Cellulosenhülle hätte), vielleicht auch die Zellentheilung (siehe §. 13) zu denselben gestellt werden. Von diesen einfachsten Phänomenen ergiebt sich dann durch die amöbenartigen Bewegungen, die Wimperhaare, die Samenfäden und die schon in einem gewissen Verbande zum Nervensystem stehenden Pigmentzellen der Batrachier eine ganze Reihe bis zu den quergestreiften Muskelfasern, in denen dieser Theil des Zellenlebens seine höchste Entfaltung erreicht.

2. Von den höher entwickelten Zellen.

§. 18.

Das Schicksal der Zellen, welche in früheren oder späteren Zeiten im Organismus sich finden, ist ein sehr verschiedenartiges. Ein sehr beträchtlicher Theil derselben bleibt nur kurze Zeit im ursprünglichen Zustande bestehen und verschmilzt später mit andern zur Bildung der höhern Elementartheile. Ein anderer Theil geht zwar keine solchen Verbindungen ein, ändert jedoch mehr weniger seine frühere Natur und bildet höher organisirte Formen. Viele Zellen endlich machen nie Metamorphosen durch, bleiben vielmehr als Zellen bestehen, bis sie früher oder später, oft erst mit dem Untergange des Organismus, zufällig oder typisch vergehen, wie die Epithelien, Drüsenparenchymzellen, Drüsensaftzellen, Ganglienzellen, Knorpelzellen. Diesem zufolge lassen sich die Zellen einmal in bleibende und zweitens in solche, die in die Bildung höherer Elementartheile eingehen, eintheilen, und bei den ersteren sind wiederum die einfacheren Formen von den höheren zu unterscheiden. Erstere sind schon im bisherigen genügend abgehandelt und erübrigt nur noch die letztern aufzuführen, was jedoch hier nur überge-

schieht, da dieselben später ausführlich werden behandelt werden. Als höher entwickelte Zellen ergeben sich:

A. Aus der Gruppe des Epithelialgewebes.

1) Die Linsenfasern, sehr verlängerte prismatische Zellen mit zähem eiweissreichem Inhalt und einem Kern.

2) Die einzelligen Drüsen der Wirbellosen. Grössere mit einem Ausführungsgange versehene und frei ausmündende Zellen, die wie grosse Drüsen Stoffe bereiten und ausscheiden.

3) Gewisse durch Grösse und Besonderheit des Inhaltes ausgezeichnete Drüsengewebs- und Drüsensaftzellen. Viele Eier, Zellen der Spinndrüsen von Raupen.

4) Die aus einfachen Zellen hervorgegangenen Schuppen und Haare von Insecten.

B. Aus der Gruppe der Bindesubstanz.

5) Die nicht anastomosirenden sternförmigen Bindegewebskörperchen aller Art.

C. Aus der Gruppe des Muskelgewebes.

6) Die contractilen Faserzellen, spindelförmige, leicht abgeplattete bedeutend verlängerte Zellen mit einem Kern, deren Inhalt in eine weiche contractionsfähige Substanz umgewandelt ist. In den glatten Muskeln.

7) Die quergestreiften Muskelfasern. Ungemein verlängerte, im Inhalt eigenthümlich umgewandelte, sehr contractile Zellen mit vielen Kernen. In den animalen Muskeln.

Es versteht sich übrigens von selbst, dass von diesen höher organisirten Zellenformen die mannigfachsten Uebergänge zu den einfacheren vorkommen, so wie dass dieselben auch, besonders durch die anastomosirenden Bindegewebskörperchen aller Art und die quergestreiften Muskelfasern, die physiologisch und zum Theil auch anatomisch einem ganzen Zellencomplex gleichwerthig sind, sich enge an die höheren Elementartheile anschliessen. Man wolle daher die hier gegebenen Abgrenzungen in keinem andern Sinne auffassen als in dem, in welchem sie gemeint sind.

B. Höhere Elementartheile.

§. 19.

Als höhere Elementartheile können die Formen bezeichnet werden, bei denen eine ganze Summe von Zellen zur Bildung einer höheren Einheit verbunden ist. Die Art und Weise, wie dies geschieht, ist eine mehrfache. Entweder nämlich behalten die Zellen, indem sie verschmelzen, noch ihre Zellennatur und theilweise auch ihre Selbständigkeit und dann entstehen, je nachdem es spindel- oder sternförmige Zellen sind, Zellenfasern und Zellennetze, oder die Zellen geben bei der Vereinigung ihre Selbständigkeit ganz auf, und in diesem Falle bilden sich, je nachdem die Zellen linienförmig an einander sich reihen

oder durch mehrfache Ausläufer sich verbinden oder von allen Seiten her ganz und gar mit einander verschmelzen, langgestreckte Elementartheile, Netze und Membranen, von denen die beiden erstern wiederum je nach der Art der Umwandlung des Inhaltes der vereinigten Zellen als Fasern, Fibrillenbündel und Röhren, als Fasernetze und Röhrengeflechte erscheinen können. Da alle diese Elementartheile weiter unten bei den Geweben ausführlicher besprochen werden, so genügt es dieselben in Folgendem kurz aufzuzählen.

Es sind:

I. Höhere Elementartheile, welche die sie zusammensetzenden Zellen noch mehr weniger deutlich zeigen.

1) Zellennetze aus dem Gewebe der Epithelien.
Hier weiss ich nur die eigenthümlichen anastomosirenden Epithelialzellen der Eikapseln von Perca namhaft zu machen, die später die äussere Röhrchenmembran der Eier darstellen.

2) Zellennetze aus dem Gewebe der Bindesubstanzen.
Hierher gehören die Bindegewebskörperchen *(Virchow)*, die Knorpelzellen gewisser Plagiostomen *(Leydig)*, alle anastomosirenden Pigmentzellen, die Knochenhöhlen und anastomosirenden Zahncanälchen, der Fettkörper der Lepidopteren *(H. Meyer* in Zeitschr. f. w. Zool. I. S. 178).

3) Zellennetze aus der Abtheilung des Muskelgewebes.
Anastomosirende sternförmige glatte und quergestreifte Zellen aus dem Herzen und der Haut niederer Thiere.

4) Zellennetze aus dem Gewebe der Nerven.
Anastomosirende Nervenzellen der Retina und der Centralorgane.

II. Höhere Elementartheile, deren Bildungszellen nicht mehr zu erkennen sind.

5) Fasern, Fasernetze und Membranen des elastischen und Bindegewebes.
6) Fasernetze der quergestreiften Muskeln.
7) Fasern und Fasernetze des Nervengewebes.
8) Röhren und Röhrengeflechte der Blut- und Lymphcapillaren.
9) Röhren und Röhrengeflechte der feinsten Tracheen der Wirbellosen.

Alle höher organisirten einfachen Zellen, so wie die höheren Elementartheile, zeigen, was die vegetativen Functionen anlangt, im Wesentlichen dasselbe wie die Zellen, nämlich Wachsthum und Stoffwechsel, nur dass mit Ausnahme einiger Formen (Eier, Nervenzellen) der Vorgang der Vermehrung wenigstens unter normalen Verhältnissen nicht zu beobachten ist. Ebenso kommt gewissen derselben auch Contractilität zu und ausserdem noch wie bei den Nervenelementen ganz besondere Verrichtungen. Da die vegetativen Lebenserscheinungen der Zellen im früheren unter Rücksichtsnahme auch auf die höheren Formen schon ausführlich dargestellt ist, so ist es nicht nöthig hier

noch einmal auf dieselben zurückzukommen und will ich daher hier nur noch einiger besonderen Verhältnisse Erwähnung thun.

Der Inhalt der höheren Elementartheile verhält sich zum Theil ebenso wie bei den einfachen Zellen, zum Theil erleidet derselbe bei ihrer Ausbildung eigenthümliche Umwandlungen, von denen die bemerkenswerthesten die sind, die man an den quergestreiften Muskelfasern und den Nervenröhren bemerkt, in welchem Falle derselbe zum Teil zu Fasern (Muskelfibrillen, Axencylinder) sich consolidirt, und an den Tracheenenden und gewissen einzelligen Drüsen, in denen Chitinröhrchen entstehen. Die Kerne erhalten sich in allen höheren Elementartheilen, die auch nach ihrer vollen Ausbildung einen energischen Stoffwechsel darbieten, wie in den beiderlei Muskelfasern, den Nervenröhren, Linsenfasern, Saftzellen des Bindegewebes, Knochenzellen, Capillaren, Tracheenenden, einzelligen Drüsen, gehen dagegen zu Grunde, wo dies nicht der Fall ist, wie bei den Schuppen und Haaren von Insecten, Bindegewebsbündeln und den elastischen Fasern, wodurch wiederum die grosse Bedeutung dieser Gebilde für den Stoffwechsel der Elementartheile sich bewahrheitet. Das Wachsthum der höheren Elementartheile macht sich zum Theil genau so wie bei den Zellen von innen heraus unter Mitbetheiligung von Kernen, Inhalt und Membranen oder durch Intussusception, zum Theil scheint dasselbe auch durch Apposition zu geschehen, eine Vermuthung, zu der die Erscheinungen an den elastischen Fasern führen, namentlich in den Fällen, wo feinere Netze derselben allmälig zu elastischen Membranen sich umwandeln. Sollte eine solche Formulirung weniger zusagen, so liesse sich die Sache auch so ausdrücken, dass hier eine vom Blute abgeschiedene Zwischensubstanz mit den elastischen Fasern sich verbindet, in welchem Falle dann die Verbindung beider als etwas untergeordnetes erschiene. — Endlich sei noch erwähnt, dass, abgesehen von den Schuppen und Haaren von Insecten, bei denen solche constatirt sind, vielleicht auch noch bei andern der hier besprochenen höhern Formen geformte Ausscheidungen vorkommen. Dieser Gesichtspunkt möchte vorzüglich bei den Membranen der Capillaren und dem Sarcolemma der Muskelfasern ins Auge zu fassen sein, bei denen es nahe liegt, daran zu denken, dass sie secundären Zellmembranen entsprechen. Ausserdem wird vielleicht eine genaue Untersuchung der Entwickelung der elastischen Fasern ergeben, dass dieselben nicht aus dem Inhalte der betreffenden Bildungszellen, sondern nur aus den durch Abscheidungen sich verdickenden Membranen hervorgehen, wofür auch ihr chemischer Character spricht und ebenso ist es wenigstens gedenkbar, dass bei den Bindewebsbündeln eine ähnliche Auffassung richtiger ist als die bisher gangbare, worüber später noch gehandelt werden soll.

Nimmt man Alles zusammen, auch das, was hier nicht weiter ausgeführt wurde, so ergiebt sich, dass die höher organisirten Zellen und die höheren Elementartheile durch die Mannigfaltigkeit ihrer Leistungen die einfachen Zellen bei weitem übertreffen, was sich leicht begreift, wenn man bedenkt, dass gerade diese Formen das Thier gegenüber der Pflanze bezeichnen, indem dieselben vor Allem theils der Circulation der Säfte und der Luft besondere Organe (Capillaren, Tracheen, Saftzellen, Knochenzellen, Zahncanälchen) bieten,

theils (Muskelfasern, Nervenelemente) den Bewegungen und Empfindungen als Vermittler dienen.

Gewisse höhere Elemente zeigen in pathologischen Fällen einen Vermehrungsprocess, der ihnen normal abgeht, so dass sie einfache Zellen produciren, vor allem die Saftzellen des Bindegewebes, von denen *Virchow* dies nachgewiesen hat. Dasselbe scheint auch bei Muskelfasern vorzukommen, wenigstens hat man dieselben bei Krebsgeschwülsten und dann auch bei Fröschen mit Zellen erfüllt gefunden (S. unten). Wenn das Sarcolemma einer secundären Zellmembran gleichwerthig wäre, so würde eine solche Zellenproduction wesentlich ebenso sich verhalten, wie bei einer Knorpelzelle.

Literatur der Elementartheile. Ausser *Schwann's* oben citirtem Werk sind zu nennen: *Kölliker*, Entw. der Cephalopoden 1844. S. 111—160. u. die Lehre von der thierischen Zelle in *Schleiden* und *Nägeli's* Zeitschr. f. wissensch. Botanik. Heft II. 1845; Ueber secundäre Zellmembranen, Cuticularbildungen und Porencanäle in Zellmembranen in Würzb. Verh. VIII.; *Remak*, Ueber extracellulare Entstehung thier. Zellen u. die Vermehrung derselben durch Theilung u. über Entsteh. des Bindegewebes u. d. Knorpel in *Müll.* Arch. 1852 1.; Unters. z. Entw. d. Wirbelthiere, 3. Lief. 1855. p. 161—179, und *Huxley, on the Cell theory in Monthly Journal* 1853 *p.* 455. und *the British and Foreign Med.-Chir. Review* 1853. *Oct.*; dann die unten beim elastischen Gewebe citirte Abhandlung von *Donders* u. die embryologischen Monographien von *Reichert*, *Bischoff* u. *Vogt*. Ausserdem vergleiche man die Jahresberichte von *Henle* u. *Reichert* und die neuern vergleichend histiologischen Arbeiten namentlich von *H. Meckel*, *Leydig*, *Leuckart*, *Schultze*, *H. Müller*, *Gegenbaur*, *Meissner*, mir u. A. Da die Lehre von der Pflanzenzelle auch für den Zoologen wichtig ist, so mache ich auch auf *Schleiden's* erste Abhandl. üb. d. Bildung d. Pflanzenzelle in *Müll.* Arch. 1837, aufmerksam, ferner auf dessen Grundzüge der Botanik, *Nägeli's* Arbeit üb. d. Pflanzenzelle in Zeitschr. f. wiss. Bot. Heft II., *Mohl's* Monographie dieses Gegenstandes im Handw. d. Physiol. von *R. Wagner*, Art. vegetab. Zelle, sowie auf die neuesten Arbeiten von *Schacht* (Lehrb. d. Anat. u. Phys. u. Gewächse, I. Berl. 1855), *Pringsheim* (Unters. üb. d. Bau d. Pflanzenzelle, Berlin 1855) und *Nägeli* (Pflanzenphys. Unters. Zürich 1855. p. 1.)

II. Von den Geweben, Organen und Systemen.

§. 20.

Die Elementartheile einfacher und höherer Art sind nicht regellos im Körper zerstreut, sondern nach bestimmten Gesetzen zu den sogenannten Geweben und Organen vereint. Mit dem ersten Namen bezeichnet man jede constante, in gleichen Theilen immer in derselben Weise wiederkehrende Gruppirung der Elementartheile, mit dem eines Organes dagegen eine gewisse Summe von Elementartheilen von bestimmter Form und Function. Vereinen sich mehrere oder viele Organe gleicher oder verschiedener Art zu einer höheren Einheit, so heisst dies ein System.

Eine gute Eintheilung der Gewebe ist eine schwierige Sache. Berücksichtigt man nur die Verhältnisse, wie sie im erwachsenen Organismus sich finden, so lässt sich zwar leicht eine allmälig aufsteigende Reihe von einfacheren bis zu immer verwickelteren Bildungen aufstellen, allein es werden auf diese Weise Bildungen, die in einem nahen Zusammenhange zu einander stehen, auseinander gerissen und umgekehrt. Bessere Resultate erlangt man,

wenn man neben der ausgebildeten Form auch noch die Genese und die chemischen und physiologischen Verhältnisse berücksichtigt und lässt sich von diesem Standpunkte aus folgende Reihe bilden:

I. Zellengewebe:
  Oberhautgewebe,
  Gewebe der ächten Drüsen.
II. Gewebe der Bindesubstanz:
  Einfache Bindesubstanz.
  Knorpelgewebe,
  Elastisches Gewebe,
  Bindegewebe,
  Knochengewebe und Zahnbein.
III. Muskelgewebe:
  Gewebe der glatten Muskeln,
  Gewebe der quergestreiften Muskeln.
IV. Nervengewebe.

Eine Classification der Organe ist noch misslicher als eine solche der Gewebe. Nur zwei Gewebe, das Zellengewebe und die Bindesubstanz, bilden für sich allein Organe einfacher Art; in allen höheren Organen dagegen sind alle Gewebe, ja selbst einfache und zusammengesetzte Organe, repräsentirt, so jedoch, dass meist das eine oder andere Gewebe das Uebergewicht hat, was bei einer Eintheilung berücksichtigt werden kann.

Diesem zufolge unterscheide ich:

A. Einfache Organe.
  I. Organe des Zellengewebes.
    Oberhäute, Haare, Nägel, Linse.
    Einfache Drüsen ohne Bindegewebshülle.
  II. Organe der Bindesubstanz:
    Glaskörper.
    Chorda dorsalis, gefässlose Knorpel, elastische Knorpel.
    Sehnen, Bänder, Fascien etc.
B. Zusammengesetzte Organe:
  III. Organe mit Vorwiegen des Zellengewebes.
    Grössere ächte Drüsen.
  IV. Organe mit Vorwiegen der Bindesubstanz.
    Gefässhaltige Bindegewebshäute (äussere Haut, Schleimhäute, seröse Häute, eigentliche Gefässhäute).
    Knochen, Zähne.
    Gefässe.
    Blutgefässdrüsen.
  V. Organe mit Vorwiegen des Muskelgewebes.
    Glatte und quergestreifte Muskeln.
  VI. Organe mit Vorwiegen des Nervengewebes.
    Ganglien, Nerven, Hirn, Mark.
  VII. Organe in denen alle Gewebe vertreten sind.

Die einzelnen Organe des Darmes, der Geschlechtsorgane und der grössern Drüsen.

Höhere Sinnesorgane.

Die Organe treten endlich noch zu besonderen Systemen zusammen, deren sich folgende unterscheiden lassen:

1) Das System der äussern Haut, bestehend aus der Lederhaut, der Oberhaut, den Horngebilden und den grösseren (Milchdrüse) und kleineren Drüsen der Haut.
2) Das Knochensystem mit den Knochen, Knorpeln, Bändern und Gelenkkapseln.
3) Das Muskelsystem mit den Muskeln des Stammes und der Extremitäten, den Sehnen, Fascien, Sehnenbändern und Schleimbeuteln.
4) Das Nervensystem mit den grossen und kleinen Centralorganen, den Nerven und höheren Sinnesorganen.
5) Das Darmsystem mit dem Darmcanal, den Respirationsorganen mit *Thymus* und *Thyreoidea*, den Speicheldrüsen, der Leber, Milz.
6) Das Gefässsystem mit dem Herzen, den Blut- und Lymphgefässen, sowie den Lymphdrüsen.
7) Das Harn- und Geschlechtssystem.

Da die einzelnen Organe und Systeme im speciellen Theile eine besondere Besprechung finden, so braucht hier nicht ausführlicher auf dieselben eingegangen zu werden und ist daher nur noch übrig, die Gewebe selbst etwas näher zu characterisiren, wobei zugleich auch noch einiges Allgemeine über die Organe am passendsten sich anschliessen wird.

I. Zellengewebe.

§. 21.

Das Oberhaut- und Drüsengewebe, welche ich zum Zellengewebe zusammenfasse, haben das Gemeinschaftliche, dass sie beide mit wenigen Ausnahmen aus der zusammenhängenden Zellenschicht hervorgehen, welche die innere und äussere Oberfläche des embryonalen Leibes bekleidet, und auch im ausgebildeten Zustande wesentlich aus Zellen bestehen, welche in dem einen Gewebe in compacten Massen auftreten, während sie in dem andern meistens Hohlräume einschliessen. In beiden Geweben findet sich als eine mehr weniger verbreitete Erscheinung das Vorkommen von Extracellularsubstanzen, welche als Ausscheidungsproducte ihrer Zellen anzusehen sind und bei den Drüsen als *Membranae propriae* die Drüsenelemente umgeben oder (bei Wirbellosen) als *Tunicae intimae* die Drüsencanäle direct begrenzen, beim Oberhautgewebe als flächenartig ausgebreitete Häute *(Basement membranes)* zwischen die Zellen und die sie tragenden gefässreichen Theile sich legen, mit denen sie oft innig verschmelzen, oder als *Cuticulae* deren freie Oberflächen bekleiden. Mit Bezug auf die Formen und chemische Zusammensetzung der Zellen, so stimmen beide Gewebe sehr überein und was die physiologischen Verhältnisse anlangt, so möchte diese eine Vereinigung des Ober-

haut- und Drüsengewebes noch mehr rechtfertigen, indem wenigstens die Hauptthätigkeit der Drüsen, die Ausscheidung, auch sehr vielen Oberhautgebilden zukommt. Ausserdem sind die letztern freilich auch bei der Resorption betheiligt, die nur einer geringen Anzahl von Drüsen zugeschrieben werden kann, und zeigen noch ganz specifische Beziehungen, was jedoch die Verwandtschaft der beiden Gewebe nicht alterirt.

§. 22.

Oberhautgewebe. Der morphologische Character des Oberhautgewebes ist der, abgesehen von den von ihm gebildeten geformten Ausscheidungen, einzig und allein aus selbständigen, ohne sichtbare Zwischensubstanz innig verbundenen, meist kernhaltigen Zellen zu bestehen, welche zum Theil noch vollkommene Bläschennatur besitzen und dann einen verschiedenen Inhalt (Eiweiss, Schleim, Pigment, Fett u. s. w.) führen, zum Theil in solide Schüppchen und Fasern umgewandelt sind. In chemischer Beziehung ist dieses Gewebe noch wenig bekannt, doch ist so viel ausgemacht, dass die Zellen desselben vorzüglich eiweissartige Substanz, zum Theil auch Schleim enthalten und anfänglich alle leicht lösliche Proteinmembranen besitzen, die jedoch später an manchen Orten in eine in Alkalien und Säuren mehr oder weniger resistirende Substanz, sogenannte Hornsubstanz, sich umwandeln. Die physiologische Bedeutung des Oberhautgewebes ist, abgesehen von der Linse und den Ausscheidungen desselben, denen, wie den Cuticulae, Chitinlagen, dem Zahnschmelz u. s. w., ganz besondere Leistungen zukommen, vorzüglich die, gefäss- und nervenreichen Theilen des Organismus als schützende Hülle zu dienen und durch Thätigkeit seiner Elemente bei der Secretion und Absorption sich zu betheiligen. Alle Oberhautgebilde sind gefässlos und erhalten sich aus einem von den tiefer gelegenen Gefässen in sie übertretenden Plasma. Die meisten derselben regeneriren sich äusserst leicht, wenn ihre ausgebildeten Theile verloren gehen und wachsen in diesem Falle, vorzüglich durch Bildung neuer Elemente in den tiefer liegenden Schichten nach; auch wenn sie ganz verloren gehen, erzeugen sie sich leicht neu.

Das Oberhautgewebe tritt in folgenden Formen auf:

A. Als eigentliches Oberhautgewebe. Hierher gehören

1) Das Horngewebe. Dasselbe besteht immer aus compacteren Zellenmassen, die in der Nähe der gefässhaltigen Grundlage *(matrix)* weich, entfernter von derselben mehr oder weniger fest und hart (verhornt) sind, und auch häufig die ursprüngliche Bläschennatur und den Zellenkern verloren haben und zu sogenannten Hornplättchen geworden sind. Hieher gehören folgende Organe:

a) Die Epidermis oder Oberhaut, welche die äussere Fläche des Körpers bekleidet und an den grossen Oeffnungen der innern Cavitäten in die Epithelialbekleidungen derselben sich fortsetzt.

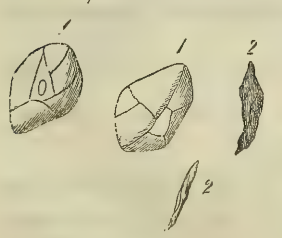


Fig. 11.

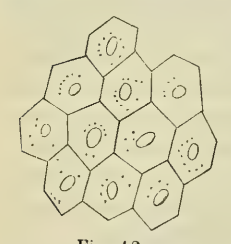
Fig. 11. Hornschichtplättchen des Menschen 350mal vergr. 1. Ohne Zusätze von der Fläche, eines mit einem Kern. 2. Von der Seite.

Dieselbe besteht aus zwei ziemlich scharf getrennten Schichten, der Schleimschicht, mit weichen, mehr rundlich-polygonalen, unter gewissen Verhältnissen gefärbten Zellen, die sich an alle Unebenheiten der die Oberhaut ernährenden Lederhaut genau anschmiegt und nach aussen in die polygonale Plättchen besitzende Hornschicht übergeht.

b) Die Nägel. Dieselben können als ein modificirter Theil der Oberhaut angesehen werden, dessen Hornschicht eine noch grössere Festigkeit erlangt hat und mit der Schleimschicht auf einer besondern vertieften Fläche der Lederhaut, dem Nagelbette, aufliegt, zum Theil selbst in einer besonderen Furche, dem Nagelfalze, steckt.

c) Die Haare, fadenförmige Oberhautgebilde, die in einem besondern, aus der Lederhaut hervorgegangenen und von einer Fortsetzung der Epidermis ausgekleideten Sacke, dem Haarbalge, auf einer gefässreichen Papille sitzen. Die an dieser Papille befindlichen Elemente sind weich und bläschenförmig, die weiter davone entfernten zu dreierlei Zellenformen, Plättchen, platten Fasern und rundlich-eckigen Zellen umgewandelt.

2) Als Oberhäutchen, Epithelium, mit weichen, nirgends fester verhornten, kernhaltigen Zellen, die bei rundlicher, polygonaler, spindelförmiger, cylindrischer oder kegelförmiger Gestalt bald Flimmern besitzen, bald nicht und in einfacher oder mehrfacher Schicht sich finden, wonach sich folgende Formen desselben ergeben:


Fig. 12.

a) Einschichtiges Epithelium

1) mit rundlich-polygonalen Zellen, (einschichtiges Pflasterepithelium).

Findet sich als Bekleidung der ächten serösen Häute, der meisten Synovialhäute, eines Theiles der Gehirnventrikel (?), der *Demours*'schen Haut, vordern Fläche der Iris und der innern Fläche der Chorioidea bis zur *Ora serrata* (Pigmentschicht), der innern Seite der vordern Hälfte der Linsensenkapsel, des Periostes des innern Ohres, der Innenfläche der *Tubuli membranacei* und *Sacculi* in demselben, des Endocardium, der Venen z. Th., vieler Drüsenbläschen und Drüsencanäle (traubenförmige Drüsen, Nieren, Schweissdrüsen, Ohrenschmalzdrüsen, Lungen) und der *Ductus interlobulares* der Leber.

2) mit spindelförmigen, in der Fläche aneinandergereihten Zellen (Spindelepithelium).

Epithel der Arterien und mancher Venen.

3) mit cylindrischen Zellen (Cylinderepithel).

Im Darm von der Cardia bis zum Anus, in den *Lieberkühn*'schen Drüsen, den Ausführungsgängen der Magensaftdrüsen, sowie aller andern Drüsen, die in den Darm münden, ebenso der Milch und Thrä-

Fig. 12. Epidermis eines zweimonatlichen menschlichen Embryo noch weich wie Epithelium, 350mal vergr.

nendrüsen; ferner in der männlichen Urethra, den Samenblasen, der Prostata, den Ausführungsgängen der *Cowper*'schen und *Bartholini*'schen Drüsen.



Fig. 13. Fig. 14.

4) mit cylindrischen oder kegelförmigen flimmernden Zellen (flimmerndes einfaches Cylinderepithelium).

Epithel der feinsten Bronchien, der Nebenhöhlen der Nase z. Th., der *Coni vasculosi*, des Uterus, von der Mitte des Mutterhalses an, der Tuben, bis auf die äussere Fläche der Fimbrien, der Canäle des Nebeneierstocks, des *Canalis medullae spinalis*, wahrscheinlich auch der Uterindrüsen.

5) mit rundlichen flimmernden Zellen (flimmerndes einfaches Pflasterepithelium).

Epithel der Hirnhöhlen von Embryonen und Erwachsenen, Epithel der Paukenhöhle z. Th.

b) Mehrschichtiges Epithelium



Fig. 15.

1) mit cylindrischen oder rundlichen Zellen in der Tiefe, rundlichen, polygonalen meist mehr oder weniger abgeplatteten Zellen oben (geschichtetes Pflasterepithelium).

Epithel der Mundhöhle, der untern Hälfte des Pharynx, Speiseröhre, der Thränencanälchen, der Bindehaut der Augen, der Scheide und weiblichen Urethra, der Harnblase, Ureteren, des Nierenbeckens und gewisser Synovialhäute; Pigment der hintern Irisfläche und der *Corona ciliaris*.

2) mit rundlichen Zellen in der Tiefe, länglichen in der Mitte, flimmernden, kegelförmigen oben, (geschichtetes Flimmerepithelium) (Fig. 16).

Epithel des Kehlkopfes, der Trachea und grösseren Bronchien, der Nasenhöhle des Menschen, mit Ausnahme gewisser Gegenden der *Re-*

Fig 13. Epithel der Darmzotten des Kaninchens, 300mal vergr.

Fig. 14. Flimmerzellen aus den feineren Bronchien, 350mal vergr.

Fig. 15. Eine einfache Papille mit mehrfachen Gefässen und Epithel vom Zahnfleisch eines Kindes, 250mal vergr.

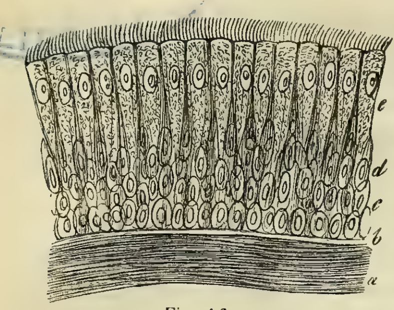


Fig. 16.

gio olfactoria, des *Antrum Highmori*, des Thränensackes und Thränenganges, der obern Hälfte des Pharynx, der *Tuba Eustachii* und des Nebenhodens z. Th.

3) Wie bei 2 nur die obersten Zellen nicht flimmernd (geschichtetes Cylinderepithel).

Epithel der *Regio olfactoria* von Thieren.

B. Als Linsengewebe.

Die Linse ist, wie die Entwickelungsgeschichte lehrt, ein Oberhautgebilde und entwickeln sich auch ihre langen, z. Th. noch röhrigen, z. Th. soliden Fasern jede durch Verlängerung einer einzigen Epithelialzelle der Linsenkapsel. Nichts desto weniger verdient dieselbe eine besondere Stellung, theils wegen ihrer chemischen Zusammensetzung, theils wegen der ganz besonderen Form ihrer Elemente

Eine besondere Erwähnung verdienen die geformten Ausscheidungen des Oberhautgewebes, die im §. 16 schon summarisch aufgezählt wurden. Die an den angewachsenen Flächen der Oberhäute vorkommenden *Basement membranes* sind dünne structurlose Häutchen, welche oft eine so innige Verschmelzung mit den auf sie folgenden Bindegewebslagen eingehen, dass es im einzelnen Falle manchmal kaum möglich ist, sie als solche zu erkennen. Die Ausscheidungen an den freien Flächen erscheinen 1) als Verdickungen der freien Wand der einzelnen Zellen, welche in den einen Fällen dünne Säume von 0,001—0,004''' bilden, in andern, wie beim Schmelz der Zähne, den Kiefern von Mollusken etc. als lange cylindrische oder prismatische Körper erscheinen; 2) als dünne, die Zellen *in continuo* überziehende Häutchen (einfache *Cuticulae* niederer Thiere); 3) als dicke, geschichtete, auch wohl faserige, weiche oder hornartige oder verkalkte Massen (geschichte *Cuticulae*, z. B. der Gliederthiere), welche drei Arten jedoch mannigfache Uebergänge zeigen, wie in meiner oben citirten Abhandlung ausführlicher auseinandergesetzt ist.

Physiologisch sind diese geformten Ausscheidungen auch nicht ohne Interesse. Dieselben nützen als Festgebilde oder als Umhüllungen zum Schutz anderer Theile; an andern Orten bilden sie besondere Organe, wie den Zahnschmelz, die Kiefer und Zungen der Mollusken. Durch die an vielen Orten in ihnen vorkommenden Poren (Siehe §. 8 und 16) unterstützen sie auch in verschiedener Art den Stoffwechsel und durch ihre z. Th. exquisite Regenerationsfähigkeit (Insecten, Kruster, Mollusken) beurkunden sie ihren innigen Zusammenhang mit den Epithelien. Auch in chemischer Beziehung erregen

Fig. 16. Flimmerepithelium von der Trachea des Menschen, 350mal vergr. *a.* äusserster Theil der elastischen Längsfasern, *b.* homogene äusserste Lage der Mucosa, *c.* tiefste runde Zellen, *d.* mittlere längliche, *e.* äusserste Flimmern tragende.

dieselben das Interesse in hohem Grade, indem sie z. Th. aus Substanzen (Chitin) bestehen, welche sonst nirgends gefunden sind.

Ich erwähne hier noch einige seltenere Verhältnisse des Oberhautgewebes: 1) Epithelzellen mit fadigen Ausläufern, die selbst verästelt vorkommen, finden sich in geschichteten Flimmerepithelien, besonders in den Nasenhöhlen (*Ecker*, *Eckhard*, *M. Schulze*), dann auch in der *Membrana granulosa* des Barscheies, welche zur äussern Eihülle wird (Würzb. Verh. VII. Taf. III. Fig. 30), endlich bei den Epithelzellen der Höhlen des centralen Nervensystems (*Hannover*, *Stilling*). 2) In der Haut vieler Fische (Teleostier, Ganoiden, nicht bei Plagiostomen), bei Proteus und den Larven der Landsalamander kommen, wie *Leydig* zuerst gezeigt hat, neben den gewöhnlichen Elementen grössere mit zähem, körnigem oder auch ganz hellem Fluidum gefüllten Zellen (Schleimzellen, *Lg.*) vor, die ihr Secret vielleicht durch Bersten entleeren. 3) Ramificirte Pigmentflecken (Zellen?) in der Epidermis sahen *Leydig* bei Rana, Menopoma, Lacerta (Hist. p. 87), *H. Müller* beim Stör. 4) Bei vielen Wirbellosen bilden sich, wie ich zuerst gezeigt habe (Geschlechtsverh. und Samenfl. wirbell. Th. 1841.), in den Epithelzellen eigenthümliche Organe, die Nesselkapseln. 5) Endlich weisen die neuesten Untersuchungen von *Stilling* und *Hannover* am Epithel der Höhlen des centralen Nervensystems, von *Ecker*, *Eckhard*, *M. Schultze* beim Geruchsorgan, von *Leydig* an den Nervenknöpfen der Schleimcanäle von *Acerina cernua* und *H. Reich* am Gehörorgan von *Petromyzon* darauf hin, dass möglicher Weise gewisse Epithelialzellen mit den darunter liegenden Nervenendigungen zusammenhängen, oder dass, was für die letztgenannten 3 Arten der Fall zu sein scheint, die Nervenenden selbst bis zwischen die Epithelzellen sich erstrecken. Abgesehen hiervon und von den geformten Ausscheidungen, die bei Thieren sehr mannigfach sind, zeigt das Oberhautgewebe bei Thieren keine sehr erheblichen Abweichungen. Eine der Arten desselben, das Horngewebe, erscheint bei Thieren verbreiteter und zum Theil in eigenthümlichen Formen. Es gehören zu demselben a) von Gebilden, die der äusseren Haut angehören, die Krallen, Klauen, Hufe, Hörner, Stacheln, Platten und Schilder, Schwielen, Borsten, Federn, Penisstächeln, die Klapper der Klapperschlange; b) von Schleimhautexcrescenzen: die Hornscheiden der Kiefer der Vögel, Schildkröten, von Siren und Ornithorhynchus, die Hornzähne der Cyclostomen, des Ornithorhynchus, der Kiemenbogen der Fische, der Batrachierlarven, die Wallfischbarten, die Zungenstacheln und Platten von Vögeln, Säugern und einigen Amphibien, die Stacheln der Speiseröhre von Schildkröten. In allen diesen Gebilden sind, jedoch oft nur mit Hülfe von kaustischen Alkalien, Hornplättchen dieser oder jener Art, wie in den Horngebilden des Menschen zu erkennen.

Literatur. *Purkyně et Valentin*, *de phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii continui. Vratisl.* 1835. (Entdeckung der Flimmerbewegung bei höhern Thieren); *Henle*, *Symbolae ad anatom. vill. int. Berol* 1837; über die Ausbreitung der Epithelien im menschlichen Körper. Berlin 1838 und über Schleim- und Eiterbildung und ihr Verhältniss zur Oberhaut (erste genaue Beschreibung der verschiedenen Oberhautzellen); *Valentin*, Art. Flimmerbewegung im Handw. der Physiol. *Jäsche*, *de telis epithelialibus in specie et de iis vasorum in genere. Dorp.* 1847. *Kölliker*, in Würzb. Verh. Bd. VI. (Poren der Darmcylinder) und Bd. VIII. (Cuticularbildungen).

§. 23.

Gewebe der Drüsen. Die Drüsen besitzen als wesentlichsten Bestandtheil die secernirenden Elemente, die als Zellencomplexe, geschlossene Drüsenblasen und offene Drüsenbläschen und Drüsenschläuche auftreten und die sogenannten Drüsen- oder Drüsenparenchymzellen als wichtigsten Bestandtheil enthalten. Diese Zellen stimmen in Anordnung und Form ganz mit gewissen Epithelzellen überein, weshalb man sie gewöhn-

lich, um so mehr, da sie auch anatomisch und genetisch mit dem Oberhautgewebe vereint sind, als Epithelien der Drüsen bezeichnet, doch ist nicht zu übersehen, dass sie sehr häufig durch einen eigenthümlichen Inhalt ausgezeichnet sind. Die Vereinigung dieser Zellen zu den secernirenden Theilen der Drüsen geschieht immer unter Mitwirkung homogener durch Ausscheidungen der Drüsenzellen gebildeter Häute, sog. *Membranae propriae*, oder des Bindegewebes. So entstehen die je nach den verschiedenen Drüsen verschiedenen secernirenden Drüsenelemente, welche dann noch von Gefässen und Nerven umsponnen und durch Bindegewebe, dem häufig elastische Fäsern, Fettzellen und selbst Muskeln beigemengt sind, zu den grösseren und kleineren Abtheilungen der Drüsen zusammengefasst werden. Die Hauptformen der secernirenden Drüsenelemente beim Menschen sind folgende:

1) Solide Zellennetze mit Spuren umhüllender Bindegewebsmembranen. In der Leber. (Fig. 17).

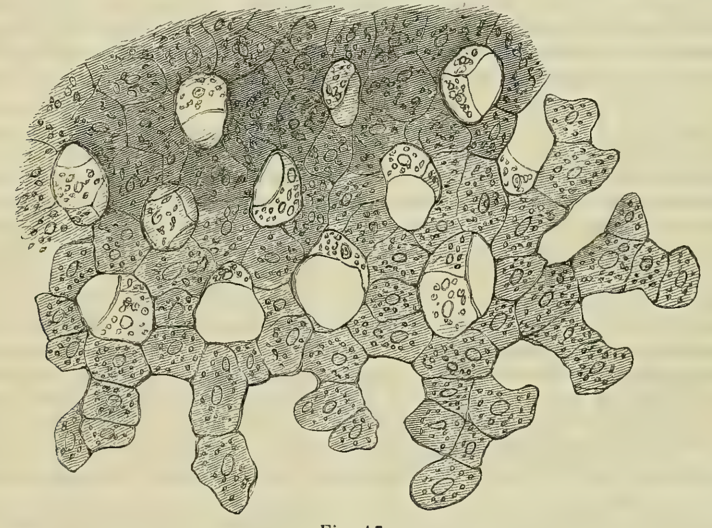


Fig. 17.

2) Geschlossene Blasen mit *Membrana propria*, Faserhaut und Epithel. *Graaf*'sche Bläschen der Eierstöcke. Follikel der *Thyreoidea*. *Glandula pinealis* des Störs *(Leydig)*. (Fig. 18).

3) Offene rundliche oder längliche Drüsenbläschen mit einer *Membrana propria* oder einer Faserhaut und einem Epithel. In den traubenförmigen Drüsen. (Fig. 19).

4) Offene Drüsenschläuche mit einer *Membrana propria* oder einer Faserhaut und einem Epithel. Röhrenförmige Drüsen. (Fig 20).

Zu diesen Elementen kommen nun noch, ausser bei den sub 2 genannten Drüsen, die durch zeitweiliges Bersten ihrer Follikel den Inhalt derselben ent-

Fig. 17. Ein Theilchen des Leberzellennetzes des Menschen aus den äusseren Theilen eines Leberinselchens mit grösseren Gefässräumen, 450mal vergr.

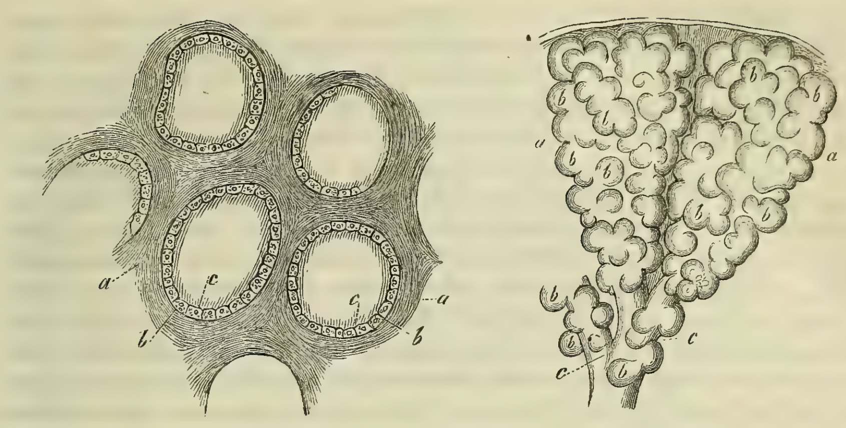


Fig. 18. Fig. 19.

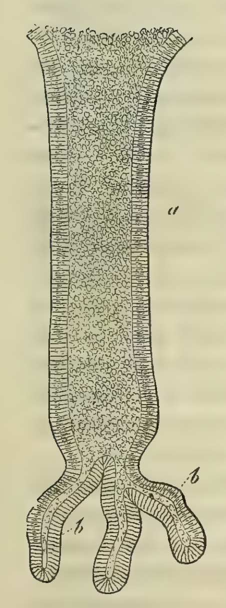


Fig. 20.

leeren oder denselben einfach ausschwitzen lassen, und den einfachsten schlauchförmigen Drüsen, die direct an der Oberfläche der Schleimhäute sich öffnen, besondere Ausführungsgänge, die nach vielfacher Verästelung direct in die Drüsenbläschen und Drüsenschläuche übergehen, oder, wie in der Leber, mit dem secernirenden Zellennetze sich verbinden. Diese Gänge gleichen anfangs in ihrem Bau den secernirenden Theilen noch sehr, haben aber doch immer Epithelialzellen, die des specifischen Inhaltes der eigentlichen Drüsenzellen ermangeln, meist anch eine andere Form als dieselben zeigen. Starke Ausführungsgänge bestehen aus einer fibrösen Haut und einem Epithel und besitzen oft noch eine Muskellage, und in den letzten Abschnitten derselben treten sehr häufig eine Faserhaut, Muskelhaut und eine Schleimhaut als besondere Gebilde auf.

In chemischer Beziehung sind die Drüsen noch wenig bekannt. Die Drüsenzellen, als die wichtigsten Gebilde, schliessen sich auch in diesem Punkte an die Epithelialgebilde an, nur dass sie häufig im Innern ganz besondere Substanzen, wie Fett, die Bestandtheile der Galle, des Harnes, Magensaftes, Schleim, Leucin, Tyrosin, Zucker u. s. w. enthalten und hierdurch einen specifischen Character gewinnen.

Die Drüsen scheiden entweder gewisse Bestandtheile aus dem Blute ab oder bereiten vermittelst desselben eigenthümliche Substanzen oder Formele-

Fig. 18. Einige Drüsenblasen aus der Schilddrüse eines Kindes, 250mal vergr. *a.* Bindegewebe zwischen denselben. *b.* Membran der Drüsenblasen. *c.* Epithel derselben.

Fig. 19. Zwei kleine Lungenläppchen *aa.* mit den Luftzellen *bb.* und den feinsten Bronchialästchen *cc*, an denen ebenfalls noch Luftzellen sitzen. Von einem Neugebornen, 25mal vergr. Halb schematische Figur.

Fig. 20. Magendrüse des Hundes vom *Pylorus* mit Cylinderepithel. *a.* Grosse Drüsenhöhle. *b.* Schlauchförmige Anhänge derselben.

mente, und je nach dem ist auch die Bedeutung ihrer einzelnen Theile eine verschiedene. In den erstgenannten Drüsen spielen die Drüsenzellen eine mehr untergeordnete Rolle und sind höchstens insofern von Wichtigkeit, als sie den Uebergang dieser oder jener Blutbestandtheile verhindern und nur gewisse derselben durchlassen (Thränendrüsen, kleine Schweissdrüsen, Lungen); in den andern dagegen kommt den Zellen eine sehr wesentliche Betheiligung an der Bildung des Drüsensaftes zu, indem dieselben in sich das specifische Secret erzeugen, welches dann entweder aus ihnen heraussickert (Leber, Schilddrüse, Schleimdrüschen, Magensaftdrüsen, *Prostata*, *Cowper*'sche Drüsen, Speicheldrüsen, *Pancreas*) oder, indem die Zellen selbst sich lösen und nach und nach zerfallen, frei wird (Milchdrüse, Fett secernirende Drüsen, Hoden, grosse Schweissdrüsen, Ohrenschmalzdrüsen). Im letztern Falle treten an die Stelle der reifen vergehenden Drüsenzellen oder der sogenannten Drüsensaftzellen beständig neue Elemente, wodurch der Character dieser Zellen als einer Auskleidung der Drüsencanäle häufig verloren geht und dieselben ganz und gar als Secret erscheinen (Hoden, Milchdrüse während der Lactation). — Alle die hier berührten Drüsen, mit Ausnahme der Geschlechtsdrüsen, entwickeln sich von den innern und äussern Epithelialbildungen des Körpers aus unter Mitbetheiligung der diese Epithelien tragenden gefässreichen Häute. Die einen derselben treten von Anfang an als Ausstülpungen der bezeichneten Häute auf und behalten die Höhlungen im ganzen Verlaufe ihrer Entwickelung bei (Lungen, kleine Darmdrüsen), andere sind anfangs hohl, erhalten jedoch nachträglich solide Auswüchse, durch die sie sich weiter bilden (Leber), noch andere endlich sind von Anfang an solid, wachsen in diesem Zustande weiter und bekommen erst in zweiter Linie ihre Höhlungen (Drüsen der Haut, traubenförmige Drüsen). Auch die *Thyreoidea* entsteht nach *Remak* als Abschnürung des Darmepithels. Der Stoffwechsel geht in den Drüsen mit grosser Energie vor sich, und gehören dieselben zu den blutreichsten Organen des Körpers. Eine Regeneration von Drüsengewebe findet sich, ausser bei den Uterindrüsen, nicht, dagegen kommen Hypertrophien desselben und auch accidentelle Bildungen von kleinen Drüsen vor.

Die ächten Drüsen des menschlichen Körpers lassen sich, nach der bezeichneten Form der letzten Elemente, in folgende Abtheilungen bringen:

1) Drüsen mit geschlossenen Drüsenbläschen, die zeitenweise dehisciren oder beständig geschlossen bleiben. Eierstock, *Thyreoidea*.

2) Drüsen, deren Parenchym aus netzförmig vereinten Zellen besteht. Leber.

3) Traubenförmige Drüsen, bei denen an den letzten Enden der Ausführungsgänge Häufchen rundlicher und länglicher Drüsenbläschen sitzen:

a) einfache mit einem oder wenigen Drüsenläppchen. Schleimdrüschen, Talgdrüsen, *Meibom*'sche Drüsen;

b) zusammengesetzte mit vielen Drüsenläppchen. Thränendrüsen, Speicheldrüsen, *Pancreas, Prostata, Cowper*'sche und *Bartholini*'sche Drüsen, Milchdrüsen, Lungen.

4) Röhrenförmige Drüsen, deren secernirende Elemente die Form von Schläuchen haben:

a) einfache, die nur aus einem oder wenig blind endenden Schläuchen bestehen. Schlauchförmige Magen- und Darmdrüsen, Uterindrüsen, Schweissdrüsen, Ohrenschmalzdrüsen;

b) zusammengesetzte, mit vielen, verästelten, auch wohl netzförmig verbundenen Drüsencanälen. Hoden, Nieren.

Ich habe die *Thyreoidea* zu den Drüsen gestellt, die man gemeinhin die ächten nennt, weil ihre Follikel eine wirkliche Epithelialauskleidung haben, und dieselbe nach *Remak* vom Darm aus sich entwickelt. Die *Thymus* dagegen muss nach dem Bau des fertigen Organes in die Nähe der Lymphdrüsen gestellt werden, doch ist es — da dieselbe nach *Remak* ebenfalls aus dem Darmepithel sich entwickelt — gedenkbar, dass ihre Hohlräume ursprünglich eine Epithelialauskleidung haben, in welchem Falle sie noch am ehesten den *Tonsillen* zu vergleichen wäre. — Bei Amphibien und Fischen enthält die *Thyreoidea* überall Drüsenblasen mit Epithel und besonderem Inhalt, die *Thymus* dagegen mit geformten Elementen ganz erfüllte Follikel ohne Epithel, die häufig in einen gemeinschaftlichen Centralraum münden *(Leydig)*.

Die Formen der thierischen Drüsen lassen sich, trotz ihrer Mannigfaltigkeit, mit wenigen Ausnahmen unter eine der vier beschriebenen Kategorien bringen. Bemerkenswerth sind 1) die bei einigen Gliederthieren gefundenen Drüsenzellen mit besonderen Ausführungsgängen, die entweder für sich eine Drüse bilden oder zu vielen von einer *Membrana propria* umgeben werden, 2) das Vorkommen einer structurlosen *Membrana intima* aus Chitin in vielen Drüsen von Articulaten, 3) die colossale Grösse (bis 0,1''') mancher Drüsenzellen von Insecten, die eigenthümlichen Ramificationen der Kerne derselben (*H. Meckel*), und das Vorkommen von Tracheen in deren Innern (ich).

Literatur. *J. Müller*, *De glandularum secernentium structura penitiori. Lips.* 1830; *H. Meckel*, Mikrographie einiger Drüsenapparate niederer Thiere, in *Müll.* Arch. 1846; *Fr. Leydig's* vergleichend-anatomische Abhandlungen in Zeitschr. f. wiss. Zoologie u. Untersuch. über Fische und Reptilien. Berl. 1853.

II. Gewebe der Bindesubstanz.

§. 24.

Allgemeiner Character der Bindesubstanz. Die in diese Gruppe gehörenden Gewebe, nämlich die einfache Bindesubstanz, das Knorpelgewebe, das elastische und Bindegewebe, so wie das Gewebe der Knochen und der Zähne zeigen sowohl in histiologischer als in chemischer Beziehung so mannigfache Abweichungen, dass es eigentlich nur der genetische Zusammenhang zwischen denselben und ihre gleichartige Function ist, welche dieselben zusammenhält. In letzterer Beziehung dient die Bindesubstanz als Stütze und Umhüllung für die übrigen Theile des Körpers und könnte auch mit einem noch allgemeineren Ausdruck »die Stützsubstanz« genannt werden. Als solche bildet sie einmal die feste Grundlage des ganzen Körpers und die Stütze verschiedener Weichtheile (Knorpel, Knochen und Bänder des innern Skelettes, äusseres Skelet mit Ausnahme der zu den Horngebilden gehörigen Theile, freie Knorpel und Knochen innerer Theile), zweitens die Umhüllung von Organgruppen, ganzen Organen und einzelnen Theilen derselben (Lederhaut, Schleimhäute, Faserhäute, Muskel-, Nerven-, Drüsenscheiden, Gefässe), drittens endlich eine Ausfül-

lungs- oder Verbindungsmasse zwischen den einzelnen Organen und Organtheilen (Fettgewebe, Knochenmark, lockeres Bindegewebe, Glaskörper, Sehnen). Was den genetischen Zusammenhang zwischen den verschiedenen Geweben der Bindesubstanz anlangt, so ist derselbe nicht so zu denken, als ob eines dieser Gewebe das höchste sei, welches bei seiner Entwickelung der Reihe nach die Formen aller anderen durchlaufe, vielmehr liegt dieser Zusammenhang darin, dass diese Gewebe von einer gleichen Anlage aus in mehreren parallelen Reihen sich entwickeln, deren Glieder in einander sich umbilden und auch zu einem gleichen Endziele führen können. Gehen wir von dem embryonalen Zellengewebe aus, aus dem die Bindesubstanz sich entwickelt, so erhalten wir zunächst drei Glieder erster Reihe, die einfache Bindesubstanz, den Knorpel und das Bindegewebe mit Einschluss des elastischen Gewebes. In den ersten beiden haben sich die embryonalen Zellen alle gleichmässig weiter entwickelt dort zu den Knorpelzellen, hier zu den Bindesubstanzzellen, wie man sie nennen kann, während zugleich zwischen denselben eine Zwischensubstanz entstanden ist, wogegen beim Bindegewebe die Zellen wesentlich nach zwei verschiedenen Typen sich umbilden und einmal zu den Bindegewebskörperchen und zweitens zu den eigentlichen Bindegewebszellen sich gestalten, von denen die letztern in die faserige Grundsubstanz dieses Gewebes übergeben, während die andern entweder als Zellen persistiren oder in elastische Fasern sich verwandeln. Diese drei Gewebe nun stehen insofern in einem innigen Zusammenhange, als einmal Knorpel und einfache Bindesubstanz, wie namentlich vergleichend histiologische und pathologische Thatsachen (*Virchow*) beweisen, Uebergänge zeigen und wahrscheinlich selbst in gewissen Fällen in einander sich umbilden können. Zweitens sind dieselben aber auch im Stande in Bindegewebe, welches offenbar am Höchsten steht, sich umzuwandeln, wie dies namentlich die Vorgänge bei der Bildung des Knorpelmarks und die Umwandlung der gallertartigen Bindesubstanz der Embryonen in wirkliches Bindegewebe beweisen möchten. Was dagegen das Bindegewebe anlangt, so kann dasselbe seines zusammengesetzten Baues wegen nicht direct zu Knorpel und einfacher Bindesubstanz sich gestalten, wohl aber geschieht es sehr häufig, einmal, dass seine Bindegewebskörperchen alle Charactere der Knorpelzellen annehmen, wie im Faserknorpel, und zweitens, dass neben seiner aus den Bindegewebszellen hervorgegangenen Fasersubstanz noch eine Schleim und Eiweiss führende homogene Grundsubstanz sich entwickelt, wie im netzförmigen Bindegewebe von Erwachsenen, die vielleicht auch als leimgebend auftritt oder in gewissen Fällen zu einer solchen sich gestaltet, so dass auch die Verwandtschaft des Bindegewebes mit dem Knorpel und Schleimgewebe nicht zu verkennen ist. Dieser innere Zusammenhang der drei genannten Gewebe wird dadurch keineswegs gestört, dass jedes derselben in weiterer Entwickelung zu Formen zu gelangen im Stande ist, welche eine bedeutende Verschiedenheit von den andern beiden Geweben setzen und eine Umwandlung in dieselbe nicht möglich erscheinen lassen, indem, wie bemerkt, diese drei Gewebe nicht Glieder einer und derselben Entwickelungsreihe, sondern gewissermaassen nur Parallelstufen einer grösseren Gewebsgruppe darstellen. Solche eigenthümliche Formen stellen

dar die einfache Gallertsubstanz oder das Schleimgewebe, dessen Zellen ganz geschwunden sind, der Netzknorpel und das elastische Gewebe, in welchem letzteren das leimgebende Fasergewebe ganz zurücktritt und die eigenthümlich umgewandelten Bindegewebskörperchen die Oberhand haben.

Ein wichtiger Beweis für den innigen Zusammenhang der drei besprochenen Gewebe liegt nun noch darin, dass dieselben erstens alle in Knochengewebe überzugehen fähig sind, welches als die höchste Form der Bindesubstanzen bezeichnet werden kann und dass sie zweitens in der Thierreihe sehr häufig einander vertreten. Was das erste anlangt, so haben die neuen Untersuchungen seit *Sharpey* und mir mit Bestimmtheit ergeben, dass nicht nur Knorpel, sondern auch Bindegewebe zu wahrem Knochen werden kann, in welchem Falle die Fasersubstanz desselben verknöchert und die Bindegewebskörperchen zu Knochenzellen werden. Ebenso scheint die einfache Bindesubstanz, wenigstens krankhafter Weise (Ossificationen im Glaskörper), der Umwandlung in Knochen fähig zu sein, so dass mithin alle drei Glieder der ersten Reihe der Bindesubstanz, so different sie auch sind, es doch zu einem gleichen Endziele bringen können. Ebenso können auch alle Formen der Bindesubstanzen in einem und demselben Organe einander wechselseitig vertreten, wie namentlich am Skelette zu beobachten ist, welches in fast allen Modificationen des Bindegewebes, des Knorpels und des Knochens auftritt, ferner an der Haut, welche nicht nur die verschiedenen Gestaltungen der einfachen Bindesubstanz und des Bindegewebes wiederholt, sondern auch Knorpel- und Knochen-, ja selbst Zahnbildungen der verschiedensten Art aufzuweisen hat.

Werfen wir nach diesen allgemeinen Betrachtungen noch einen Blick auf die einzelnen Theile, die in die Zusammensetzung der Bindesubstanzen eingehen, so ergiebt sich Folgendes. Die bei fast allen denselben vorkommende Grundsubstanz zeigt mit Bezug auf ihre Entwickelung zwei wesentlich verschiedene Typen, insofern als sie beim Bindegewebe vorzüglich durch eine Verschmelzung verlängerter (vielleicht auch runder) Zellen sich bildet, während dieselbe bei der einfachen Bindesubstanz und beim Knorpelgewebe vor allem Intercellularsubstanz ist. Doch findet sich auch beim Bindegewebe in gewissen Fällen (im netzförmigen Bindegewebe) neben der aus Zellen hervorgegangenen Grundmasse eine Intercellularsubstanz, während auf der andern Seite bei den Knorpeln auch die äussern secundären Membranen der Knorpelzellen an der Bildung der Zwischensubstanz sich betheiligen. Abgesehen hiervon stimmt die Grundsubstanz der verschiedenen Bindesubstanzen sehr überein, indem dieselbe in verschiedenen Graden homogen, feinkörnig, streifig oder selbst aus isolirbaren Fibrillen zusammengesetzt gefunden wird, und mit Bezug auf die Consistenz in allen Modificationen vom schleimigen und gallertartigen bis zum festen, selbst knorpel- und beinharten sich zeigt. Ebenso gross sind ihre Schwankungen in chemischer Beziehung, denn wenn dieselbe schon an vielen Orten (Knochen, Zahnbein und Zahnkitt, ächter Knorpel, das meiste Bindegewebe) Leim- oder Chondrin-gebend gefunden wird, so lässt sich die Zusammensetzung der Grundsubstanz

aus Leim doch keineswegs als characteristisch und wesentlich für die Bindesubstanzen anerkennen, indem in vielen derselben (Bindesubstanz der Wirbellosen, Schleimgewebe, centrale Masse der Zwischenwirbelknorpel, Gallertgewebe der Fische, homogenes Bindegewebe der Wirbelthiere zum Theil u. a.) eine solche Zusammensetzung vermisst wird. Eine genaue chemische Characteristik der Grundsubstanz der Bindesubstanzen ist noch nicht zu geben, denn wenn wir auch wissen, dass dieselbe Schleim, Eiweiss, eine colloidartige Substanz (in den *Lig. intervertebralia*, *Virchow*) Chondrin, Leim und einen der Substanz des elastischen Gewebes ähnlichen Körper enthält, so ist damit noch nicht viel gewonnen und, wie schon *Reichert* sehr wahr bemerkt (Bindeg. p. 185), die Aufgabe vielmehr die, den genetischen Zusammenhang zwischen diesen Stoffen nachzuweisen und zu zeigen, dass dieselben ebenso in einander sich umbilden, wie dies mit Bezug auf die histiologischen Elemente der Bindesubstanzen dargethan ist. Immerhin kann so viel bemerkt werden, dass, wie der Knochen und das faserige Bindegewebe als die höchsten Formen der Bindesubstanzen erscheinen, so auch in chemischer Beziehung der Leim als das Merkmal einer ganz ausgebildeten Grundsubstanz angesehen werden kann.

Die in die Grundmasse der Bindesubstanzen eingestreuten Zellen sind verschiedener Art. Bei weitem die interessantesten sind diejenigen, die man mit einem allgemeinen Ausdruck Zellen der Bindesubstanz nennen kann. Diese Zellen nämlich kehren in allen Gebilden der Bindesubstanz wieder und zeigen eine grosse Uebereinstimmung in ihren verschiedenen Entwickelungszuständen, so wie in ihrer physiologischen Bedeutung. Aus der runden Gestalt, welche dieselben ursprünglich besitzen und auch in der einfachen Bindesubstanz, im Fettgewebe, wo sie die Fettzellen bilden, im rothen Knochenmark und in den meisten Knorpeln behalten, gehen dieselben in die Spindel- oder Sternform über (Knorpelzellen der Cephalopoden, gewisser Knorpelfische, des Enchondroms, Bindegewebskörperchen in den verschiedenen Formen des Bindegewebes) und können selbst mit einander zu anastomosirenden Canälen sich verbinden. Ferner zeigen dieselben die Eigenthümlichkeit, sehr gern, so lange sie noch die runde Form haben, secundäre Membranen auszuscheiden und so zu dickwandigen Blasen sich zu gestalten (Zellen in den wahren und Netzknorpeln, Knorpelzellen im Bindegewebe), welche selbst ähnlich den verholzten Pflanzenzellen mit Tüpfelcanälen sich umzubilden im Stande sind (Knorpelzellen bei der Rachitis). Ossificirt die Bindesubstanz, so gehen die genannten Zellen in dieser oder jener Form, als runde, sternförmige oder langgestreckte, in die kleinen Zellen und Canäle des Knochens oder Zahnes über und besorgen dann den Transport der Ernährungsflüssigkeit in diesen Gebilden, eine Function, die sie übrigens auch in vielem Bindegewebe und in den Knorpeln haben, nur dass sie hier nicht immer zu diesem Zwecke so günstig geformt sind. Im Bindegewebe sind diese Zellen auch häufig pigmentirt und gehören Alle Pigmentzellen der Bindesubstanz in diese Kategorie. Stimmen so alle diese Zellen, Zellen der einfachen Bindesubstanz, des Fettgewebes, des rothen Knochenmarkes und der Knorpel, farblose und pigmentirte Bindegewebskörperchen, Knochenzellen und Zahncanälchen in allen wesentlichen Punkten mit einander überein, so ergeben sich dagegen

bei gewissen Zellen der Bindesubstanz noch weitere eigenthümliche Umwandlungen, in Folge welcher dieselben schliesslich zu den elastischen Fasern werden, zwischen welchen und den Bindesubstanzzellen anderer Gewebe dann keine Vergleichungspunkte mehr aufzufinden sind. — Mit Bezug auf die chemische Beschaffenheit der Zellen der Bindesubstanz, so ist so viel sicher, dass ihre Membranen ursprünglich aus einer Proteinverbindung bestehen, im Laufe der Entwickelung jedoch häufig in eine Substanz sich umwandeln, die derjenigen des elastischen Gewebes sehr nahe steht, dessen Fasern ja ebenfalls aus solchen Zellen hervorgehen. Daher kommt es, dass man in den meisten Bindesubstanzen die Zellen leicht isoliren kann, indem man die Grundsubstanz durch Kochen, Säuren oder kaustische Alkalien macerirt.

Ausser dieser grossen und wichtigen Gruppe von Zellen im Gewebe der Bindesubstanz finden sich innerhalb derselben noch andere, von denen jedoch viele so massenhaft und selbständig, so ohne alle directe Verbindung mit der Bindesubstanz auftreten, dass man sie unmöglich ganz in eine Linie mit den eigentlichen Zellen der Bindesubstanz stellen kann. Hierher rechne ich die Zellen parenchymatöser Organe, die sich nicht auf Epithelialbildungen zurückführen lassen, wie die Zellen der geschlossenen Follikel des Darmes und der Milz, die Parenchymzellen der Milz, der Nebennieren und der Thymus, die Zellen der Lymphdrüsen, endlich auch die geformten Elemente der Lymphe und des Blutes, welche Zellen alle direct in grösseren und kleineren Hohlräumen der Bindesubstanz enthalten sind. Von diesen Zellen schliessen sich die der Lymphdrüsen und der Milzpulpe, neben welchen überall mehr weniger reichliche Bindegewebszüge sich finden, noch am nächsten an die Fettzellen und Knochenmarkzellen an und ergiebt sich dann ein fast allmählicher Uebergang bis zu jenen Formen, bei denen die Zellen massenhaft für sich allein ohne Beimengung von Bindesubstanz auftreten und nur in grösseren Lücken von solcher enthalten sind, wie die Ernährungsflüssigkeit in den Blutgefässen. Immerhin scheint es mir vom histiologischen wie vom physiologischen Gesichtspunkte aus zweckmässig zu unterscheiden zwischen der stützenden, umhüllenden und ausfüllenden Bindesubstanz mit ihren eigenthümlichen Zellen und den in den grösseren Lücken derselben enthaltenen Bildungen. Mögen diese immerhin, wie alle die oben genannten, mit der Bindesubstanz aus Einer embryonalen Uranlage (der mittleren Keimschicht, *Remak*) hervorgehen, so ist doch einleuchtend, dass dieselben, ebenso gut wie das ursprünglich ebenfalls aus solchen Zellen bestehende Muskel- und Nervengewebe, eine besondere Stellung verdienen. Die genannten Räume der Bindesubstanz lassen sich am füglichsten im Gegensatze zu den intracellulären in ihr selbst (den Höhlen der Bindegewebskörperchen, Knochenhöhlen, Zahncanälchen etc.) als Intercellularräume derselben bezeichnen und die in denselben enthaltenen Theile als intercelluläre Flüssigkeit und intercelluläres Parenchym.

Die Aufstellung der wichtigsten der hier besprochenen Gewebe als Eine Gruppe unter dem Namen Bindesubstanz geschah zuerst durch *Reichert* im Jahre 1845, doch fand dieselbe nicht die Beachtung, die sie verdiente, weil *Reichert* in der Begründung

seiner Ansicht Sätze vorangestellt hatte, welche den Anschauungen der grossen Mehrzahl der Histiologen nicht entsprachen. In der weiteren Entwickelung dieser Frage nahmen die Discussionen über die Entwickelung des Knochengewebes eine wichtige Stelle ein und ist vor allem der von *Sharpey* und mir für normale, durch *Virchow* für pathologische Bildungen gegebene Nachweis, dass das Knochengewebe auch aus gewöhnlichem Bindegewebe hervorgehen kann, als ein bedeutender Wendepunkt hervorzuheben, insofern als durch diese Thatsache die Zusammengehörigkeit von Bindegewebe und Knorpel immer mehr hervortrat, um so mehr als auch gezeigt wurde, dass das ossificirende bindegewebige Blastem unter gewissen Verhältnissen, bevor es verknöchert, auch die Natur von Knorpel annehmen kann. Immer stand aber einer Durchführung der Analogie im *Reichert*'schen Sinne noch das hindernd im Wege, dass das Aequivalent der Knorpelzelle im Bindegewebe nicht gefunden war. Denn wenn auch durch mich (Mikr. Anat.) das häufige Vorkommen von Knorpelzellen und solchen ähnlichen Zellen in rein bindegewebigen Theilen (Sehnen, Bändern, Sehnenscheiden, Synovialkapseln etc.) und selbst die Umwandlung dieser Zellen oder vielmehr, wie ich glaubte, ihrer Kerne in Kernfasern dargethan war, so war ich doch nicht dazu gelangt, die allgemeine Verbreitung solcher Zellen zu behaupten und eine Uebereinstimmung des Knorpels und Bindegewebes auf dieselbe zu basiren. Erst im Jahre 1851 wurde dieser entscheidende Schritt von *Virchow* und kurze Zeit darauf und selbständig auch von *Donders* gethan, welche beide die Entwickelung der sogenannten Kernfasern des Bindegewebes aus Zellen darthaten und das häufige Vorkommen noch nicht in solche Fasern umgewandelter sternförmiger Zellen im Bindegewebe nachweisen. Beide diese Autoren parallelisirten diese Zellen oder die Bindegewebskörperchen mit den Knorpelzellen und die Fasersubstanz des Bindegewebes, die sie einfach als Intercellularsubstanz ansahen, mit der Grundsubstanz des Knorpels. Ausserdem zeigte *Donders* noch, wie ich schon früher, dass die elastischen Fasern nur eine weitere Entwickelung der Kernfasern sind, während *Virchow* auch das Knochengewebe in den Kreis seiner Untersuchung zog und durch den Nachweis, dass die sternförmigen Knochenhöhlen isolirbar sind und bei der Bildung des Knochens aus Bindegewebe aus den sternförmigen Bindegewebskörperchen desselben hervorgehen, auch den inneren Zusammenhang zwischen Knochen und Bindegewebe nachwies. Ueberhaupt wurde die Frage der Verwandtschaft von Bindegewebe, Knorpel und Knochen von *Virchow* auch noch nach anderen Seiten, namentlich mit Bezug auf die Entwickelung dieser Gewebe und die physiologische Bedeutung der Zellen beleuchtet, so dass die Wissenschaft es ihm vor Allem zu danken hat, wenn die Ansichten über diese Gewebsgruppe mit einem Male bedeutend sich klärten.

Es war nicht anders möglich, als dass diese wichtigen Entdeckungen eine Menge Arbeiten über die Bindesubstanzen hervorriefen, die die *Virchow-Donder*'schen Mittheilungen theils bestätigten und erweiterten, theils aber auch in diesen oder jenen Punkten denselben entgegentraten. — Was einmal die Bindegewebskörperchen anlangt, so möchte wohl jetzt die Richtigkeit der *Virchow*'schen Auffassung derselben von Niemand mehr bezweifelt werden, da nun auch *Henle*, nach der Arbeit eines seiner Schüler zu urtheilen (S. *Ch. Aeby* in Gött. Nachrichten 1857, 23) die Polemik gegen dieselben aufzugeben scheint. Immerhin hat die neueste Zeit unsere Anschauungen von denselben nach verschiedenen Seiten erweitert. So verfolgten *Virchow* und seine Schüler *Strube* und *His* die schon von *Donders* angedeuteten pathologischen Veränderungen derselben, *Virchow* selbst gab eine lichtvolle Darstellung über ihre Beziehung zu den Ernährungsvorgängen (Archiv IV. Nr. XII. u. XIV.) und machte die äusserst wichtige Entdeckung, dass von diesen Zellen aus durch besondere Vermehrungsprocesse eine grosse Zahl von Zellen pathologischer Bildungen entstehen, die man früher auf Rechnung einer freien Zellenbildung geschrieben hatte. *Lent* und ich ferner zeigten, dass auch die Zahncanälchen nichts als umgewandelte Bindegewebskörperchen sind, endlich zogen ich selbst (Handb. II. Aufl. p. 55), *Wittich* (*Virch.* Arch. IX) und *Leydig* (Histol. p. 26) auch die Pigmentzellen im Bindegewebe hierher, was übrigens schon bei *Donders* kurz erwähnt sich findet.

Herrschte in dieser Beziehung grosse Uebereinstimmung bei den verschiedenen Autoren, so gestaltete sich die Frage nach der Stellung der Grundmasse der verschiedenen

Bindesubstanzen zu einander viel schwieriger, und machten sich in dieser Beziehung folgende Ansichten geltend:

1) Die Grundmasse der Bindesubstanzen ist Intercellularsubstanz und entwickelt sich nicht aus Zellen. *Virchow* und *Donders*, denen die meisten Neuern sich anschlossen.

2) Die Grundmasse der Bindesubstanzen entwickelt sich durchweg aus den äusseren secundären Membranen der Bindesubstanzzellen, und ist auch nicht dem geringsten Theile nach Intercellularsubstanz. *Remak*.

3) Die Grundsubstanz der Knorpel ist Intercellularsubstanz, die des Bindegewebes entwickelt sich aus rundlichen oder länglichrunden Zellen und einer Zwischensubstanz die mit einander in eine homogene Masse verschmelzen. *Reichert*.

4) Die Grundsubstanz des Schleimgewebes und der Knorpel ist grösstentheils Intercellularsubstanz, einem Theile nach, wenigstens im Knorpel, von den äussern Membranen der Zellen gebildet; die des Bindegewebes entsteht aus verschmelzenden spindel- oder sternförmigen Zellen, neben denen in gewissen Fällen auch eine Intercellularsubstanz vorhanden ist. *Ich*.

Es ist einleuchtend, dass die unter 1. und 2. verzeichneten Ansichten die ganze Frage am einfachsten lösen, indem sie der Grundmasse der Bindesubstanzen, freilich in sehr verschiedener Weise, eine ganz gleichmässige Deutung und Entwickelung geben und wird man daher vor allem zu fragen haben, ob eine dieser beiden Ansichten Aussicht auf Geltung hat. Was die von *Remak* betrifft, so kann man zwar für den Knorpel vielleicht im Zweifel sein, ob derselbe eine andere als von den äusseren secundären Zellmembranen abgeleitete Grundsubstanz besitze, indem die Betheiligung dieser an der Bildung der letztern eine ausgemachte Sache ist und sich schwer sagen lässt, was von der Grundsubstanz auf Rechnung von solchen, was auf Kosten eines direct aus dem Blute stammenden Blastems zu setzen ist; was dagegen das Schleimgewebe und das gallertartige Bindegewebe anlangt, so ist das Vorhandensein einer formlosen Zwischensubstanz nicht zweifelhaft und ergiebt sich somit seine Ansicht als nicht stichhaltig. Zusagender ist auf jeden Fall die Ansicht von *Virchow* und *Donders* und ergäbe sich, wenn dieselbe richtig wäre, eine so schöne und durchgreifende Uebereinstimmung der verschiedenen Gewebe der Bindesubstanz, dass ich nur mit Widerstreben derselben entgegentrete. Ich kann jedoch nach vielfachen immer von Neuem wiederholten Untersuchungen über die Entwickelung des Bindegewebes nicht anders, als nach wie vor behaupten, dass die Grundsubstanz desselben aus spindel- oder sternförmigen Zellen hervorgeht, welche zu den Bindegewebskörperchen in keiner nähern Beziehung stehen und muss ich daher in dieser Hinsicht eine wesentliche Differenz zwischen dem Bindegewebe und den andern Bindesubstanzen annehmen, die jedoch nicht so weit geht, dass dadurch das Band, das alle Bindesubstanzen vereint, aufgelöst würde. Die Gründe, welche auch mich zur Annahme einer Uebereinstimmung aller Bindesubstanzen veranlassen, sind in diesem §. auseinandergesetzt und will ich daher nur noch bemerken, dass auch bei meiner Anschauung in histiologischer Beziehung Bindeglieder sich ergeben, dadurch, dass in manchem Bindegewebe eine homogene Intercellularsubstanz vorkommt und beim Knorpel eine Betheiligung von Zellen an der Bildung der Grundsubstanz sich ergiebt. Sollte etwa die Zukunft darthun, für welche Auffassung ich jedoch bis jetzt nicht die geringste Thatsache auffinden konnte, dass die Bildungszellen des Bindegewebes ähnlich den Knorpelzellen während ihres Auswachsens neben dem Primordialschlauch eine leimgebende äussere Zellmembran erhalten, so würde die Uebereinstimmung mit dem Knorpel noch grösser, doch bliebe immer die Differenz, dass während im letzteren nur einerlei Zellen vorkommen, im Bindegewebe zwei Arten solcher sich fänden, die Bindegewebskörperchen und die Bildungszellen der Fasersubstanz. Unter so bewandten Umständen, da einmal eine vollkommene Analogie der beiden Gewebe in dieser oder jener Weise nicht herzustellen ist, kann ich auch kein grösseres Ge-

wicht auf die Art und Weise legen, wie die Metamorphose der eigentlichen Bindegewebszellen aufgefasst wird, und bleibe ich für mich bei der schon früher von mir gegebenen Darstellung, über welche §. 28 nachzusehen ist.

Ich kann nicht umhin, hier noch ein Wort über die Bedeutung der Bindesubstanzzellen beizufügen. Dieselben sind offenbar der wichtigste Theil der Bindesubstanz und die eigentlichen Vermittler der Saftbewegung und Ernährungsvorgänge in derselben, während die übrige Bindesubstanz mehr untergeordneten mechanischen Zwecken dient. Zugleich befinden sie sich auch — und dieser Gesichtspunkt kann nicht genug hervorgehoben werden — von allen Zellen des Organismus, wenn man so sagen darf, auf der untersten Stufe und können gewissermassen als indifferente, den embryonalen Zellen noch am nächsten stehende Elemente angesehen werden. Daraus folgt dann ihre Fähigkeit, in andere mehr differenzirte Gewebstheile sich umzubilden, wofür zahlreiche, den physiologischen und pathologischen Vorgängen entlehnte Beispiele sich anführen lassen, deren Kenntniss wir vor allem *Virchow* verdanken, der, wie nicht leicht ein Anderer in einem ähnlichen Falle vor ihm es verstanden hat, seine ersten Beobachtungen über diese Zellen nach allen Seiten fruchtbringend zu machen. Bindegewebskörperchen ähnliche Zellen sind es, welche, wie die Entwickelungsgeschichte lehrt, benutzt werden, wenn es sich darum handelt, Capillaren von Blut- und Lymphgefässen oder feine Nervenverästelungen weiter zu bilden (S. m. Erfahr. b. Froschlarven), was wahrscheinlich auch pathologisch Geltung hat; bei der Bildung des Knorpel- und Knochenmarkes sind es die ihnen gleichartigen Knorpelzellen, die zuerst eine Brut zarter Bildungszellen produciren, aus denen die Gefässe, Nerven, Fettzellen mit allen ihren verschiedenen Bestandtheilen, selbst Muskelfasern, Blutzellen und Epithelien entstehen; dasselbe geschieht bei der Bildung der Synovialkapseln an Orten, wo anfänglich continuirlicher Knorpel ist, z. B. zwischen Rippen und Brustbein; pathologisch endlich gehen, wie *Virchow's* überraschende Erfahrungen gelehrt haben, aus Bindegewebskörperchen durch reichliche Wucherungen und Umwandlungen die mannigfachsten Bildungen vom Eiter bis zu den Elementen von Geschwülsten aller Art hervor. Bei so bewandten Umständen liegt es nahe, verschiedene andere Elementarformen an die Bindesubstanzzellen anzureihen, wie z. B. die Capillaren, deren mögliche Beziehung zu den Bindegewebskörperchen zuerst von *Virchow* (Würzb. Verh. II. p. 317) und später erst von *Leydig* (Anat. Unt. üb. Fische u. Rept. 1853), *His* (Würzb. Verh. IV.), *Bruch* (Zeitschr. f. w. Zool. VI.) und mir (Mikr. Anat. II. 2. p. 625 u. 626) ins Auge gefasst worden ist; es ist jedoch klar, dass diese Verhältnisse nur von einem allgemeinen Gesichtspunkte aus ihre wahre Würdigung finden können, wenn man sich vor Einseitigkeiten hüten will. Mit demselben Rechte, wie die Capillaren, muss man auch die letzten Nervenenden zu den Bindegewebskörperchen stellen und so würde man bald dazu kommen, auch die glatten und quergestreiften Muskelzellen, die Blutkörperchen, Ganglienzellen u. s. w. für Bindegewebskörperchen zu erklären, weil alle diese Zellen aus einer und derselben Lage des Keimes wie die Bindegewebskörperchen entstehen und zwischen den Elementen der Fasersubstanz des Bindegewebes liegen, mit welcher Verallgemeinerung dann natürlich der Standpunkt der Histiologie ganz verloren ginge.

Literatur. *C. B. Reichert*, Vergleichende Beobachtungen über das Bindegewebe und die verwandten Gebilde. Dorpat, 1845; *Virchow*, die Identität von Knochen-, Knorpel- und Bindegewebskörperchen, sowie über Schleimgewebe in Würzb. Verh. 1851. II. S. 150 u. 314; *Donders* in *Ned. Lancet.* 1851. Juli und Aug. und Zeitschrift f. wiss. Zool. III. S. 348; *Kölliker*, über die Entwickelung der sogenannten Kernfasern, der elastischen Fasern und des Bindegewebes in Würzb. Verh. III. S. 1; *Henle*, in Canst. Jahresb. 1851. 1852; *v. Hessling*, in Illustr. med. Zeitung 1852. S. 54. 124. 162; *C. B. Reichert*, Zur Streitfrage über die Gebilde der Bindesubstanz in *Müll.* Arch. 1852. S. 521; *Remak*, über die Entstehung des Bindegewebes und des Knorpels in *Müll.* Arch. 1852. S. 47; *F. F. Thierfelder*, *de regeneratione tendinum. Misenae* 1852. *Diss.*; *Luschka*, die Anatomie der männlichen Brustdrüsen in *Müll.* Arch. 1852. S. 402; *Leydig*, Unters. über Rept. u. Fische 1853. S. 112; *Bruch*, Vergl. Unt. üb. d. Bindegewebe in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI.

§. 25.

Einfache Bindesubstanz. Unter diesem Namen will ich eine ganze Gruppe einfacher Gewebsformen aus der Gruppe der Bindesubstanzen zusammenfassen, welche durch ihre Weichheit und die geringe Entwickeluug ihrer Elementartheile übereinstimmen; im Einzelnen jedoch manche Abweichungen darbieten. Ich unterscheide

1. die homogene Gallertsubstanz (Schleimgewebe, *Virchow*, z. Th.).

   Besteht so zu sagen nur aus Intercellularsubstanz, indem die anfänglich vorhandenen runden Zellen, später fast alle schwinden. Glaskörper, Gallerte um die Wirbelsäule von Helmichthys und Leptocephalus, Gallerte der Schwimmglocken und Deckstücke der Siphonophoren, cellulosenhaltige Gallerte mancher Tunicaten (Salpen).

2. die zellige Bindesubstanz.

   Wird hauptsächlich oder einzig und allein aus runden Zellen zusammengesetzt, deren Inhalt meist Schleim oder Eiweiss, seltener Fett, Pigment und Kalk führt. Bindesubstanz der Mollusken z. Th. (*Leydig*, *Semper*, *Gegenbaur*), der Decapoden z. Th. (*Häckel*).

3. das gallertartige Bindegewebe.

   Besteht aus schleim-, eiweiss-, auch cellulosehaltiger Grundsubstanz und Zellen, die rund oder sternförmig sind und im letztern Falle häufig mit einander anastomosiren. *Wharton*'sche Sulze, Schmelzorgan (Siehe die Figur bei den Zähnen), Gallerte am *Sinus rhomboidalis* der Vögel, Gallertgewebe bei Fischen, vielen Mollusken, Acephalen etc.

Eine genauere Betrachtung dieser Gewebe muss der comparativen Histiologie überlassen werden und will ich nur bemerken, dass, wenn einmal die chemischen Charactere und die Entwickelung derselben genauer bekannt sein werden, auch eine bessere Eintheilung sich geben lassen wird.

Es wäre nicht ohne Interesse, zu wissen, wie die Zellen der einfachen Bindesubstanzen zu den Elementen der höheren Formen dieser Gruppe sich verhalten. Von den anastomosirenden Zellen des Schmelzorgans, der *Wharton*'schen Sulze, des embryonalen gallertartigen Bindegewebes habe ich gezeigt, dass sie später in wirkliche Bindegewebsbündel und nicht in Bindegewebskörperchen übergehen und ist es mir daher von vorne herein nichts weniger als ausgemacht, dass die anastomosirenden Zellen der einfachen Bindesubstanz der Wirbellosen den Werth der Bindegewebskörperchen haben, wie alle Autoren anzunehmen scheinen.

Literatur. Vergl. die in §. 24 citirten Abhandlungen von *Virchow*, dann von demselben Autor: Notiz üb. d. Glaskörper im Arch. f. path. Anat. IV. S. 468. u. V. 278 und die vergleichend-anatomischen Arbeiten von mir, *Virchow*, *Schultze*, *Leydig*, *Gegenbaur*, *Semper*, *Häckel*.

§. 26.

Knorpelgewebe. Die Knorpel bestehen, mit Ausnahme der verkalkten Knorpel, die beim Menschen keine besondere Rolle spielen, aus einer festen, aber elastischen, bläulichen, milchweissen oder gelblichen Substanz, die in morphologischer Beziehung in doppelter Weise sich verhält und

einmal als einfaches Parenchym von Zellen und zweitens als Zellengewebe mit einer zwischen den Elementen befindlichen Grundsubstanz erscheint. Die Knorpelzellen bieten in der Form wenig Eigenthümliches dar; dieselben sind meistens rund oder länglich-rund, häufig abgeplattet oder spindelförmig, sehr selten sternförmig (bei Tintenfischen, Haien, im Kehlkopf des Ochsen, in Enchondromen). Ihre Membran ist zwar anfänglich zart, belegt sich jedoch später an den meisten Orten an ihrer äusseren Seite mit einer zweiten Lage, welche in demselben Verhältnisse zu ihr steht, wie die Cellulosenmembran der Pflanzenzellen zum Primordialschlauch. Man hat daher an den Knorpelzellen zwei Theile zu unterscheiden 1) die eigentliche Zelle oder den Primordialschlauch (das Knorpelkörperchen der Autoren), eine äusserst zartwandige mit bald hellem mehr flüssigem, bald festerem dunklerem Inhalt nebst einem Zellenkern erfüllte Zelle und 2) die äussere secundäre Membran oder die Knorpelkapsel (die Knorpelhöhle der Autoren), eine durch Ausscheidung des Primordialschlauches gebildete feste helle oder gelbliche Lage, welche die innere Zelle dicht umgiebt und durch fortgesetzte Ausscheidungen dieser, die an ihrer inneren Oberfläche sich ansetzen, ein geschichtetes Ansehen und eine sehr bedeutende Dicke erlangen kann. Durch viele Reagentien, auch durch Wasser, gerinnt der Inhalt der zarten Knorpelzelle und schrumpft dieselbe zusammen, so dass ein Zwischenraum zwischen ihr und ihrer Knorpelkapsel sich bildet (Fig. 21. 1, 2) und gestaltet sich dieselbe so zu einem dunklen auch wohl zackigen Körperchen ohne deutlichen Kern, dessen Bedeutung schwer zu erkennen ist. — Sehr häufig findet sich bei den Knorpelzellen eine Vermehrung der Zellen, welcher Vorgang dadurch zu Stande kommt, dass der Primordialschlauch innerhalb der Knorpelzellen sich theilt. Um die Tochterzellen bilden sich dann neue Knorpelkapseln, während die Kapseln der Mutterzellen allmählich mit der Zwischensubstanz verschmelzen, welche mithin, wenigstens einem Theile nach, auf Rechnung der Zellen zu setzen ist. Die Grundsubstanz ist entweder homogen oder fein granulirt oder faserig, selbst mit deutlichen, isolirbaren Fasern, die einer Differenzirung der Grundsubstanz ihren Ursprung verdanken. Die chemischen Charactere des Knorpelgewebes sind zum Theil noch wenig bekannt. So viel ist sicher, dass die Zellen und die Grundsubstanz nicht aus demselben Stoffe bestehen. Die Membranen der eigentlichen Knorpelzellen lösen sich nämlich beim Kochen nicht auf und leisten in Alkalien und Säuren lange Widerstand, Eigenschaften, welche sie von der leimgebenden Substanz entfernen, dagegen dem elastischen Gewebe nähern. Dagegen scheinen die Knorpelkapseln oder die secundären Membranen der Knorpelzellen nach und nach in eine leimge-

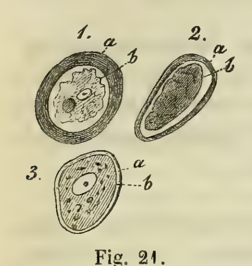


Fig. 21.

Fig. 21. Drei Knorpelzellen vom Menschen. 350mal vergr. 1. Aus dem Kehldeckel, leicht isolirbar mit etwas zusammengeschrumpftem Primordialschlauch. 2. Aus einem Gelenkknorpel mit stark geschrumpftem Primordialschlauch. 3. aus einem ossificirenden Knorpel mit unverändertem Primordialschlauch, letztere zwei Zellen mit dünner Knorpelkapsel, 1 mit dicker. *a*. Knorpelkapsel, *b*. Primordialschlauch mit dem Zelleninhalt und Kern der in 2 verdeckt ist.

bende Substanz überzugehen, wie sich daraus schliessen lässt, dass dieselben beim Kochen mehr weniger verändert werden, und dass namentlich die mit der Grundsubstanz mehr verschmolzenen Kapseln der Mutterzellen beim Kochen aufgelöst werden. Der Inhalt der Zellen gerinnt in Wasser und verdünnten organischen Säuren und löst sich in Alkalien leicht auf. Die Grundsubstanz ist bei der Mehrzahl der Knorpel Chondrin, und nur bei den Netzknorpeln, in so weit sie Fasern enthalten, und ebenso in den exquisitfaserigen Theilen ächter Knorpel z. B. den Rippen, ein Stoff, der der Substanz des elastischen Gewebes sehr verwandt ist. Demzufolge geben die nur aus Knorpelzellen bestehenden Knorpel und die Netzknorpel beim Kochen in Wasser keinen oder nur wenig Leim und gehört das Vorkommen von solchem nicht zum Character des Knorpelgewebes. In physiologischer Beziehung ist besonders die Festigkeit und Elasticität der Knorpel hervorzuheben, Eigenschaften, durch welche dieselben in verschiedener Weise von Nutzen sind. In wachsenden Knorpeln ist der Stoffwechsel sehr energisch und enthalten dieselben auch an gewissen Orten constant in besondern Knorpelcanälen zahlreiche Blutgefässe, ja selbst, wie von mir in der Nasenscheidewand des Kalbes nachgewiesen wurde, Nerven. Die Knorpel entwickeln sich aus den ursprünglichen embryonalen Zellenmassen, indem die Zellen derselben zu den Knorpelzellen sich umbilden und, an den meisten Orten wenigstens, auch eine homogene Intercellularsubstanz zwischen denselben auftritt, die von ausgetretenen Blutbestandtheilen herzuleiten ist. Das Wachsthum der Knorpel geschieht einmal durch endogene Zellenvermehrung, deren Spuren auch in fertigen Knorpeln noch immer deutlich zu erkennen sind, und dann durch Ablagerung einer Zwischensubstanz aus dem Blutplasma zwischen die in jedem Knorpel anfänglich allein vorhandenen Zellen, die nach *Schwann's* Erfahrungen auch bei wahren Knorpeln anfänglich kein Chondrin giebt und später an Menge immer mehr zunimmt. Ein Wachsthum der Knorpel durch Apposition neuer Knorpellagen aussen auf den fertigen Knorpel, wie es *Gerlach* auch annimmt, ist nirgends mit Sicherheit constatirt. Im fertigen Knorpel ist der Stoffwechsel auf jeden Fall nicht energisch und hat derselbe auch, abgesehen von den Gefässen der viele Knorpel überziehenden Knorpelhaut *(Perichondrium)*, und des angrenzenden Knochens keine besonderen Vermittler, ausser bei den Knorpeln einiger Säugethiere (Nasenscheidewand) und der Plagiostomen, in welchen letztern nach *Leydig* auch bei alten Thieren zum Theil Gefässcanäle (Raja), zum Theil anastomosirende spindel- oder sternförmige Knorpelzellen (Haie, Chimaera, Acipenser) sich finden. Im Alter wird die Grundsubstanz gewisser ächter Knorpel gern faserig und in ihren chemischen Characteren derjenigen der Netzknorpel sehr ähnlich, was, zusammengehalten mit der Thatsache, dass an gewissen Orten (am schönsten in der Cartilago arytaenoidea von Säugethieren) Netzknorpel und ächte Knorpel continuirlich in einander übergehen, beweist, dass diese zwei Knorpelarten nicht scharf von einander geschieden sind. Ebenso verknöchern im Alter die wahren Knorpel gar nicht selten, indem zugleich Gefässe und Knorpelmark in ihnen sich ausbilden. Regenerationsfähigkeit besitzen die Knorpel nicht und ebensowenig bei-

len Knorpelwunden durch Knorpelsubstanz, dagegen ist accidentelle Knorpelbildung gar nicht selten.

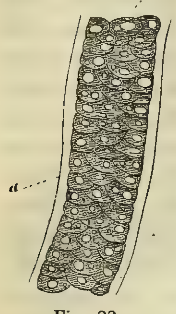


Fig. 22.

Die verschiedenen Arten des Knorpelgewebes sind folgende:

I) Knorpelgewebe ohne Grundsubstanz oder Knorpelzellenparenchym. Hierher gehört die *Chorda dorsalis* der Embryonen und mancher ausgewachsenen Fische; ferner viele fötale Knorpel, die Knorpel der Kiemenblättchen der Fische zum Theil, die des äussern Ohres mancher Säugethiere und die Knorpel der Anneliden und Cephalophoren.

II) Knorpelgewebe mit Grundsubstanz.

1) Mit mehr homogener, chondringebender Grundsubstanz.

a) mit nicht verkalkter Grundsubstanz: ächter Knorpel, hyaliner Knorpel. Findet sich bei den grössern Knorpeln der Respirationsorgane, denen der Gelenke, Rippen und der Nase, dann bei allen Symphysen und Synchondrosen unmittelbar an den Knochen, am *Sulcus ossis cuboidei* und bei den sogenannten ossificirenden Knorpeln des Fötus.

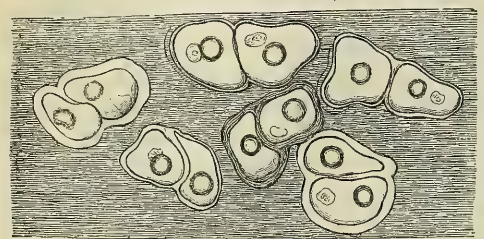


Fig. 23.

b) mit verkalkter Grundsubstanz: verkalkter Knorpel *(J. Müller)*, Knorpelknochen *(H. Müller)*. Bildet bei den Plagiostomen die äussere pflasterförmige Rinde des Skelettes, findet sich auch beim Menschen und bei Säugethieren, besonders unter den Gelenkknorpeln am Ende der Apophysen der Röhrenknochen und dann vorübergehend an den Ossificationsstellen der Knorpel. Besteht aus verkalkter, Chondrin (?) gebender Grundsubstanz mit verkalkten gewöhnlichen Knorpelkapseln.

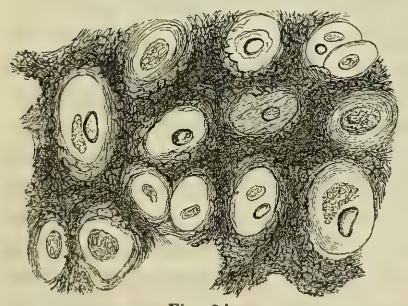


Fig. 24.

2) Mit faseriger, kein oder nur wenig Chondrin gebender Verbindungssubstanz: Netzknorpel, gelber Knorpel: Faserknorpel z. Th., Epiglottis, *Cartil. Arytaenoideae* z. Th., *Santorinianae, Wris-*

Fig. 22. Stück der *Chorda dorsalis* eines 6‴ langen Schafembryo. *a*. Scheide derselben; *b*. Zellen mit hellen blasigen Räumen.

Fig. 23. Knorpelzellen aus der weisslichen Schicht der *Cart. cricoidea*, 350mal vergr. Vom Menschen.

Fig. 24. Ein Stückchen aus der menschlichen Epiglottis, 350mal vergr.

bergianae, Knorpel des Ohres und der *Tuba Eustachii*, *Ligg. intervertebralia* z. Th.

Die Erkenntniss des wahren Baues der Knorpelzellen gehört der neuesten Zeit an, und wurde erst möglich, als man anfing, die Beziehungen der zelligen Elemente im Bindegewebe, in den Knorpeln und Knochen zu einander näher ins Auge zu fassen. Zuerst wurde von *Virchow* nachgewiesen, dass die Knorpelkörperchen der Autoren oder der Inhalt der Knorpelhöhlen wirklich zartwandige Zellen sind und nicht nur Zelleninhalt, wie man allgemein angenommen hatte. Da nun schon früher durch mich und andere gegen *Reichert* und *Bergmann* gezeigt war, das die Knorpelhöhlen besondere Wände haben und isolirbare zellige Gebilde sind, so lag es nahe, die Lehre vom Primordialschlauch und der äussern secundären Zellmembran auf die Knorpelzellen zn übertragen, was dann auch durch *Remak* und mich geschah (Siehe oben). — Der Primordialschlauch der Knorpelzellen ist am leichtesten zu sehen in Netzknorpeln, wie denn auch diese wegen der eigenthümlichen Grundsubstanz gerade am geeignetsten sind, um auch den Ungläubigsten von der Existenz der Knorpelkapseln als besonderer, von der Grundsubstanz verschiedener und zu den Knorpelzellen gehörender Gebilde zu überzeugen. In wahren Knorpeln lassen sich die Knorpelkapseln häufig sehr leicht isoliren, namentlich, wie schon vor langem *Donders* angegeben hat, durch Kochen, und auch die eigentlichen Knorpelzellen erkennen, letzteres besonders deutlich in ossificirenden Knorpeln (*Virchow*). Uebrigens verdienen diese Kapseln noch ein genaueres Studium mit Bezug auf ihre chemische Zusammensetzung. Mir scheint aus den Untersuchungen von *Hoppe* und *Schlossberger*, zusammengehalten mit denen von *Mulder*, hervorzugehen, dass es vorzüglich die Knorpelzellen (Primordialschläuche) sind, die beim Kochen in Wasser resistiren, dass dagegen die Kapseln, die sicherlich zu den Zellen gehören, sich auflösen. Auch im Magensaft verschwinden die Kapseln, während die zartwandigen primordialen Zellen bleiben (*Wasman*, ich).

Den neuesten Untersuchungen von *H. Müller* zufolge, muss der verkalkte Knorpel von dem wahren Knochen unterschieden werden, indem nun nachgewiesen ist, dass der Knorpel bei der gewöhnlichen Ossification ganz zu Grunde geht. Die Differenz des verkalkten Knorpels der Plagiostomen vom ächten Knochen hat übrigens schon *J. Müller* vor Jahren eingesehen und ebenso ist später auch der Knorpelknochen an den Gelenkenden der Röhrenknochen von *Gerlach* und mir als etwas besonderes hervorgehoben worden. Wie die Sachen jetzt liegen, kann der Knochen durch die sternförmigen Zellen, die leimgebende Grundsubstanz und das Vorwiegen des phosphorsauren Kalkes characterisirt werden, während in dem verkalkten Knorpel die Zellen die gewöhnlichen Knorpelzellen sind und die Grundsubstanz wahrscheinlich Chondrin und mehr kohlensauren Kalk enthält, welche letzten zwei Punkte übrigens erst noch durch eine genauere Untersuchung zu constatiren sind. — Uebrigens ist es leicht möglich, dass bei Thieren Uebergänge zwischen beiden Formen sich finden.

Bei Thieren ist das ächte Knorpelgewebe z. Th. viel weiter verbreitet als beim Menschen, namentlich im Skelett (nackte Amphibien, Fische). Ausserdem findet sich dasselbe in der Sclerotica bei *Echidna* (*Leydig*), bei Vögeln, Amphibien und Fischen, im Herzen bei Wiederkäuern, Pachydermen, dann beim Landsalamander und der Schildkröte nach *Leydig*, in der Knorpelschwiele an den Hinterfüssen von *Pelobates*. Netzknorpel findet sich in der Wirbelsäure der Störe an gewissen Stellen (*Virchow*, ich), in den Troddeln an der Kehle der Ziegen (*Leydig*); verkalkten Netzknorpel scheint nach einer alten, von *Schlossberger* der Vergessenheit entrissenen Beobtung von *Leuckart* d. Ä. der Ohrknorpel des Ebers zu enthalten.

Mit Bezug auf die Structur sei erwähnt, dass viele Knorpel von Thieren (Nasenscheidewand, Kehlkopf von Säugern, *Larynx bronchialis* der Ente nach *Leydig*, Knorpel der Plagiostomen, der Störe etc.) gefässhaltig sind. Ausgezeichnet schön sind die Netzknorpel des Säugethierkehlkopfes, indem theils in denselben die elastischen Fasern viel stärker sind (*Epiglottis*), theils (obere Hälfte der *Cart. arytaenoideae*) diese Fasern aufs b estimmteste als Productionen der homogenen Grundsubstanz sich erkennen lassen. Mit

Fett gefüllte Knorpelzellen finden sich im Kehlkopf der Ratten (*Leydig*), bei Fledermäusen (ich), pigmentirte solche in der Sclerotica von *Menopoma* (*Leydig*); sternförmige Knorpelzellen fand ich im Kehlkopf des Ochsen an weicheren Stellen.

Bei Wirbellosen kommen viele in der Consistenz dem Knorpel ähnliche Gewebe vor, doch ist hyaliner Knorpel z. Th. in ausgezeichnet schönen Formen bisher nur gefunden bei Tintenfischen und Knorpel ohne Grundsubstanz in den Branchien mehrerer *Annelida capitibranchiata* (*Quatrefages, Leydig*, ich), in dem Zungengestell von Mollusken (*Lebert, Claparède*) und nach dem interessanten Funde von *Gegenbaur* beim Mollukkenkrebs in der Nähe des centralen Nervenstrangs.

Eine bestimmte Characteristik des Knorpelgewebes, welche auch den Knorpel ohne Grundsubstanz in sich begreift, ist vorläufig nicht zu geben, indem die Knorpelzelle in chemischer Beziehung noch nicht hinlänglich bekannt ist. Histiologisch ist für dieselbe die dicke Wand oder die Existenz einer secundären Zellmembran, und das Vorkommen von endogenen Formationen bezeichnend, doch reicht dies natürlich nicht für alle Fälle aus. Immerhin sind die Histiologen bisher fast nirgends in Verlegenheit gewesen, wo es sich um die Entscheidung handelte, ob eine Zelle eine Knorpelzelle sei oder nicht und hat selbst Niemand die Natur der isolirt im Bindegewebe der Faserknorpel vorkommenden Knorpelzellen in Zweifel gezogen.

Literatur. *Meckauer, de penitiori cartilaginum structura Diss. Vratisl.* 1836; *J. Müller* in *Poggendorf's* Annalen 1836. *St.* 293; *Rathke* in *Fror.* Not. 1847. *p.* 306; *A. Bergmann, de cartilaginibus Disq. micr. Mitaviae* 1850. Ferner vergl. man die in den §§. 24 und bei den Knochen citirten Abhandlungen von *Virchow, Remak, Reichert, Brandt, Bruch, Tomes* und *De Morgan, H. Meyer, H. Müller* und mir; dann *F. Hoppe* über die Gewebselemente der Knorpel, Knochen und Zähne in *Virchow's* Arch. V. p. 170 und *Schlossberger's* Thierchemie. Lief. I. 1854.

§. 27.

Elastisches Gewebe. Die Elemente des elastischen Gewebes sind dunkel conturirte, cylindrische oder bandartige Fasern, welche in ihrem Durchmesser vom unmessbar Feinen, bis zur Dicke von 0,003''', ja selbst 0,005''' (bei Thieren selbst 0,008''') gehen und, wenn sie in Massen beisammen liegen, eine gelbliche Farbe darbieten. Diese sog. elastischen Fasern sind, wenn vollkommen ausgebildet, ganz solid, können jedoch nachträglich stellenweise kleine Höhlungen erhalten, welche bei einem Geschöpf, der Giraffe (*Queckett, histiological catalogue I.*), so regelmässig auftreten, dass die Fasern ein zierlich quergestreiftes Ansehen erhalten. Die Ränder der elastischen Fasern sind in der Regel ganz geradlinig, erscheinen jedoch in seltenen Fällen gezackt, ja selbst, wie *Virchow* in neugebildeten Geweben sah, mit äusserst vielen kürzern und längern spitzen Ausläufern besetzt. Man trennte bisher von den elastischen Fasern die Kernfasern; da jedoch die letzteren, ausser im Durchmesser, in gar nichts von den ersteren sich unterscheiden, ferner alle elastischen Fasern ursprünglich eben so fein sind wie die Kernfasern, endlich die letztern nicht aus Kernen allein sich hervorbilden, so ist es besser den Namen Kernfasern ganz fallen zu lassen und

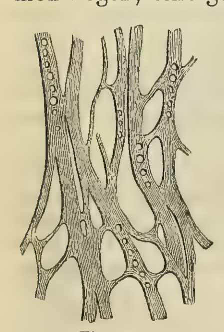

Fig. 25.

Fig. 25. Elastisches Netz aus der *Tunica media* der *Art. pulmonalis* des Pferdes mit Löchern in den Fasern, 350mal vergr.

die elastischen Fasern einfach in feinere und stärkere einzutheilen. Die elastischen Fasern finden sich entweder isolirt als längere oder kürzere, gerade verlaufende oder spiralig andere Theile (Bindegewebsbündel, Nerven) umschnürende Fasern (umspinnende Fasern, *Henle*) und gehören in diesem Falle gewöhnlich der feineren Art an; oder dieselben bilden mit Fasern verschiedener Stärke anastomosirend das sog. elastische Fasernetz, welches bald membranartig ausgebreitet ist, bald andere Gewebe in verschiedener Tiefe durchzieht. Eine Modification dieses elastischen Fasernetzes stellen die elastischen Membranen dar, in denen die Fasern so dicht verflochten sind, dass eine zusammenhängende Haut entsteht, welche im extremsten Falle keine Andeutung ihrer ehemaligen Natur mehr zeigt und als ganz gleichartige Haut mit kleineren Lücken (gefensterte Membran, *Henle*) erscheint.

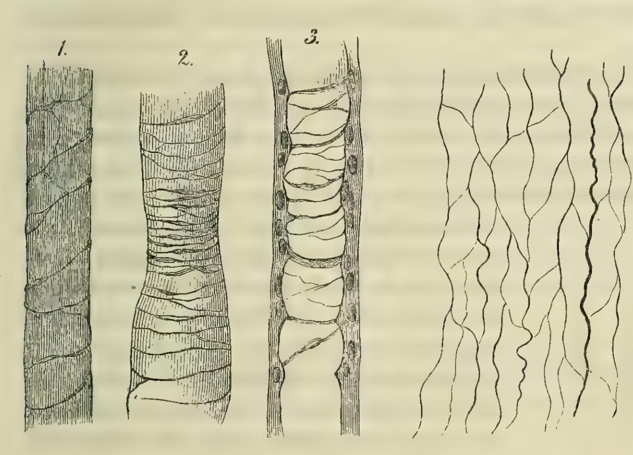


Fig. 26. Fig. 27.

Fig. 28.

In chemischer Beziehung bietet das elastische Gewebe sehr bestimmte Reactionen dar, doch ist die Substanz desselben in ihrer Zusammensetzung noch nicht genau erkannt. In kalter concentrirter Essigsäure werden die elastischen Fasern, ausser dass sie etwas anschwellen, durchaus nicht angegriffen, dagegen lösen sie sich nach tagelangem Kochen allmählich auf; durch Salpetersäure färben sich dieselben gelb, was jedoch nach *Harting* (*Het Mikroskoop IV. p.* 255) nur von der das Gewebe tränkenden Flüssigkeit herrührt und nicht beobachtet wird, wenn man dasselbe vorher gut mit Wasser auszieht; durch *Millon's* Reagens auf Protein werden sie roth, während Schwefelsäure und Zucker keine rothe Färbung derselben bedingen. In mässig concentrirter Kalilösung bleibt elastisches Gewebe in der Kälte lange Zeit unverändert, ausser dass es aufquillt und etwas erblasst, bei tagelangem Erwärmen damit wird es in eine gallert-

Fig. 26. Drei Bindegewebsbündel mit umspinnenden Saftzellen aus der *Arachnoidea cerebri* eines Neugebornen, 350mal vergr., mit $\overline{A}$. 1. Bündel ohne Hülle mit spärlichen Saftzellen. 2. Ein solches mit dichtstehenden Zellen. 3. Bündel mit kernehaltiger Hülle von homogenem Bindegewebe.

Fig. 27. Netz feiner elastischer Fasern aus dem *Peritonaeum* eines Kindes, 350mal vergrössert.

Fig. 28. Elastische Membran aus der *Tunica media* der *Carotis* des Pferdes, 350mal vergrössert.

artige Masse verwandelt. In Wasser löst sich dieses Gewebe selbst durch 60stündiges Kochen nicht auf, verwandelt sich jedoch nach 30stündigem Kochem bei 160° (im Papinianischen Topfe) in eine bräunliche, nach Leim riechende, aber nicht gelatinirende Substanz, die durch Gerbsäure, Jodtinctur und Sublimat, nicht aber durch die andern Reagentien des Chondrins gefällt wird.

In physiologischer Beziehung ist vor allem die grosse Elasticität dieses Gewebes hervorzuheben, durch welche dasselbe die Bewegungsorgane sehr wesentlich unterstützt und auch sonst, wie z. B. bei den Stimmbändern, eine wichtige Rolle spielt. Mit Bezug auf die Entwickelung gewinnt die Vermuthung von *Schwann*, dass dieses Gewebe aus Zellen hervorgehe, durch die neuern Untersuchungen immer festern Bestand, in der That lassen sich in allen Theilen, welche später elastisches Gewebe enthalten, bei Embryonen eigenthümliche spindelförmige oder sternförmige, scharf zugespitzte Zellen erkennen, welche durch Verschmelzung längere Fasern oder Netze erzeugen, an denen anfänglich noch die Gegenden, wo die ehemaligen Zellenkörper sich befanden, als Anschwellungen mit verlängerten Kernen im Innern wahrzunehmen sind. In diesem Zustande von sternförmigen anastomosirenden Zellen oder Bindegewebskörperchen (*Virchow*) bleiben die Fasern nicht selten stehen, wie z. B. in den Sehnen und der Hornhaut, in Bändern, Bandscheiben, in der Lederhaut und in Schleimhäuten etc., an welchen Orten übrigens meistens auch ausgebildete elastische Fasern vorhanden sind, oder es verschwindet jede Spur der frühern Zusammensetzung aus Zellen, so dass ganz gleichmässige Fasern oder Fasernetze entstehen. Diese können dann entweder zeitlebens als feine elastische Fasern und Netze bestehen oder durch Dickenzunahme in die gröbere Form des Gewebes übergehen. Die mehr homogenen elastischen Membranen sind nichts als enge elastische Netze, deren Fasern so sehr sich verbreitert haben, dass nur noch enge Räume zwischen denselben übrig bleiben. — Das fertige elastische Gewebe scheint fast keinen Stoffwechsel zu besitzen, wenigstens ist dasselbe, auch wenn es in grössern Massen auftritt, so zu sagen gefässlos; dagegen ist *Virchow's* Vermuthung, dass die unentwickelten Formen dieses Gewebes, namentlich die Bindegewebskörperchen

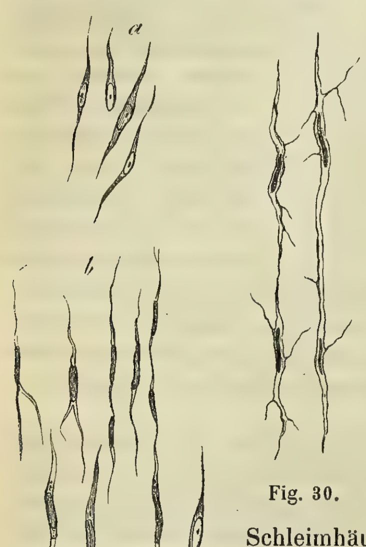


Fig. 29. Fig. 30.

Fig. 29. Bildungszellen der elastischen Fasern, 350mal vergr. Aus der Achillessehne *a.* von einem 4monatlichen Embryo, *b.* von einem 7monatlichen Fötus, einige Zellen frei mit 1 und 2 Ausläufern, andere zu zweien und dreien verschmolzen.

Fig. 30. Sternförmige Bildungszellen der feinen elastischen Fasern aus dem *Tendo Achillis* eines Neugebornen, 350mal vergr.

Säfte führen und die Ernährung vermitteln helfen, offenbar begründet und wird es erlaubt sein dieselben auch physiologisch den saftführenden feinen Canalsystemen in Knochen und Zähnen an die Seite zu stellen, weshalb ich sie auch Saftzellen und ihre Ausläufer Saftröhrchen nennen will. Eine Regeneration des elastischen Gewebes ist nicht bekannt, hingegen sind Neubildungen desselben nicht selten.

Die elastischen Fasern treten selten in grössern Massen auf, finden sich dagegen sehr häufig mit Bindegewebe gemengt entweder in Form isolirter Fasern oder von Netzen mannigfacher Art. Als wirkliche elastische Organe sind zu bezeichnen:

a) Die elastischen Bänder, in denen das Gewebe nur mit geringer Beimengung von Bindegewebe und fast ohne Gefässe und Nerven so zu sagen rein auftritt. Zu denselben zählen die *Ligg. flava* der Wirbel, das *Lig. nuchae*, gewisse Bänder des Kehlkopfs, das *Lig. stylohyoideum* und *Lig. suspensorium penis*.

b) Die elastischen Membranen, welche entweder als Fasernetze oder gefensterte Häute erscheinen und in den Gefässhäuten, namentlich denen der Arterien, in der Trachea und den Bronchien und in der *Fascia superficialis* sich finden.

Die umspinnenden elastischen Fasern *Henle's* haben in der neuesten Zeit in *Reichert* (Jahresb. v. 1854), seinem Schüler *Taube (De membr. seros. Dorp.* 1854*)*, *Leydig (Histologie p.* 31*)* und *E. Klopsch* (S. u.) Gegner gefunden, welche behaupten, der Anschein spiraliger Umwickelung entstehe von Einschnürungen, die eine Scheide der Bindegewebsbündel erzeuge. Das Wahre hieran ist, dass die fraglichen Bindegewebsbündel allerdings eine Scheide haben und dass, weniger durch Zerreissungen, wie *Leydig* und *Klopsch* annehmen, wohl aber durch stellenweise Ausdehnungen bei Zusatz von Essigsäure der Anschein von ringförmigen Fasern und breiteren Bändern entstehen kann, welche um die schmäleren Stellen liegen. Diese ringförmigen Bildungen haben jedoch *Henle* und ich selbst nicht gemeint, sondern die schmalen spiralig verlaufenden faserartigen Züge, und dass diese Fasern sind, unterliegt nicht dem geringsten Zweifel. Man untersuche die Arachnoidea eines Neugeborenen oder eines reiferen Fötus und man wird sich bald überzeugen, dass an vielen Orten die schon gut ausgeprägten Spiralfasern mit kernhaltigen Anschwellungen versehen sind. Stellenweise liegen selbst solche Saftzellen so dicht, dass eine fast vollständige Scheide entsteht, und wo sie ferner abstehen hängen sie doch nicht selten durch feine Ausläufer netzförmig zusammen. Beim Erwachsenen zeigt die Scheide der Arachnoideabündel an vielen Orten, besonders durch Natron, ein dichtes Netzwerk feiner blasser Fäserchen mit stellenweise stärkeren Zügen; die letzteren sind nichts anderes als die Spiralfasern, wogegen von den andern noch zu ermitteln ist, ob sie alle zu dieser oder zu der bindegewebigen Grundlage der Scheide gehören. Die letztere scheint aus Zellen mit blassen grösseren Kernen sich zu entwickeln, von denen man noch beim Neugebornen Ueberreste sieht.

Das elastische Gewebe findet sich bei allen Wirbelthierclassen in denselben Theilen wie beim Menschen, ausserdem auch noch an einigen besondern Stellen, wie in den Krallenbändern der Katzen, in der Flughaut der Säuger, in der Orbitalhaut des Pferdes und anderer Säuger, in den Flughautfalten, den Lungensäcken, im Kropf, im *Orbiculus ciliaris* der Vögel. Bei Wirbellosen scheint dieses Gewebe selten zu sein, und ist nicht einmal sicher, ob die hier vorkommenden elastischen Bänder, wie z. B. der Muscheln, der Interarticularsubstanz von *Pentacrinus* (*J. Müller*), anatomisch und chemisch mit dem elastischen Gewebe der höhern Thiere übereinstimmen.

Dass die von *Gerber* sogenannten Kernfasern nichts als verlängerte spindel- oder sternförmige Zellen sind, haben zuerst *Virchow* und *Donders* gezeigt, und ist es in

der That bei Embryonen leicht, die allmähliche Hervorbildung von Zellen zu den Netzen der Bindegewebskörperchen und den feinen elastischen Fasern der Erwachsenen zu verfolgen. Nach *Bruch* (Zeitschr. f. w. Zool. VI.) sind übrigens in den Bildungszellen der elastischen Fasern die Kerne oft ebenfalls ausserordentlich verlängert und an den Enden zugespitzt. Durch Kali, in welchem die Kerne schwinden, erkennt man nach ihm leicht was Zelle und was Kern ist.

Was für die Kernfasern gilt, scheint auch auf die elastischen Fasern übertragen werden zu dürfen, die von *Virchow* nicht weiter berücksicht wurden. Schon *Valentin* fand (*Wagn.* Handw. d. Phys. I. S. 668), dass die elastischen Fasern des Nackenbandes des Kalbes bedeutend feiner sind als beim Ochsen und ich gab an (Zeitschr. f. w. Zool. I. S. 77. Anm.), dass alle dicken elastischen Fasern des Erwachsenen einmal die Natur gewöhnlicher Kernfasern haben. In der That findet man beim Neugebornen noch keine einzige wahre elastische Faser, indem selbst diejenigen des *Lig. nuchae*, der *Ligg. flava*, der *Aorta* in ihren stärksten Vertretern nicht mehr als 0,0008—001''' messen. Schon dieser Umstand könnte bei der sonstigen grossen Uebereinstimmung der elastischen und sogenannten Kernfasern als Beweis angesehen werden, dass die erstern ebenfalls aus Zellen sich entwickeln, es lässt sich jedoch diese Entwickelungsweise auch durch directe Thatsachen belegen. In der Aorta, dem Nackenbande und der *Fascia superficialis abdominis* menschlicher Embryonen aus dem 3. und 5. Monat finden sich dieselben kurzen Spindelzellen, wie im gewöhnlichen Bindegewebe, und lässt sich deren Vereinigung zu anfangs feinen Fasern wenigstens am letzgenannten Orte mit Sicherheit nachweisen, so dass mithin die Uebereinstimmung der feinen und gröbern elastischen Fasern auch in der Genese feststeht. Beifügen will ich jedoch, dass für das Nackenband *H. Müller* (Bau der Molen 1847. p. 62. Anm.), *Henle* (Jahresber. 1851. p. 29) und *Reichert* (*Müll.* Arch. 1852. Jahrb. p. 95) angegeben haben, dass die Fasern desselben aus einem amorphen Blasteme sich entwickeln; ich habe jedoch zu bemerken, dass ich bei menschlichen und thierischen Embryonen durch Behandlung des *Lig. nuchae* mit Salpetersäure von 20% eine ungemeine Zahl der evidentesten Spindelzellen erhielt, die z. Th. in feine Fasern ausliefen, so dass ich für mich keinen Grund habe, die elastischen Fasern des Nackenbandes von den andern zu trennen. Alle Kerne, die man im fötalen Nackenbande sieht, gehören diesen Spindelzellen an, neben denen noch gewöhnliches Bindegewebe da ist. Bei so bewandten Umständen fällt es nicht schwer in die Wagschale, dass auch *Leydig*, ohne Thatsachen vorzubringen, die elastischen Fasern durch eine Verdichtung der Grundsubstanz des Bindegewebes entstehen lässt (Histiol. p. 27).

Mit Bezug auf das Hohlsein der Saftzellen und der aus ihnen hervorgehenden Bildungen, so hat *v. Wittich* (l. i. c.) durch künstliche Injection mit Indigchromogen gezeigt, dass die Saftzellen der Sehnen und der Hornhaut hohl sind, dagegen füllten sich diejenigen der Sclerotica nur zum Theil und die elastischen Fasern der Nackenbänder gar nicht. Im Allgemeinen wird man sagen dürfen, dass überall, wo an den elastischen Netzen die Zellenkörper geschwunden sind, dieselben keine Säfte mehr führen und nicht in Beziehung zur Ernährung stehen, wie z. B. in Fascien, serösen Häuten, im Periost etc., dass dagegen, wo die ursprünglichen Zellenkörper noch da sind, eine solche vorhanden ist, wie in Sehnen, Bändern, in der Hornhaut. Nur scheinen mir, wenigstens z. B. in Sehnen, die anatomischen Verhältnisse nicht der Art zu sein, dass sich die Saftzellen so speciell als ein zur Leitung der Ernährungsflüssigkeiten dienender Apparat betrachten liessen, wie etwa die Zahncanälchen und Knochenhöhlen. In pathologischen Fällen bilden sich in den Saftzellen und in ihren Ausläufern gern Fettablagerungen, wie z. B. in der Hornhaut, ja nach *v. Wittich* können selbst wirkliche Fettzellen aus ihnen hervorgehen.

Literatur. *A. Eulenberg*, *de tela elastica*, *Berol.* 1836. *v. Wittich* in *Virch.* Arch. IX. p. 185; *Kölliker* in Zeitschr. f. w. Zool. IX. p. 140; *E. Klopsch* in *Müll.* Arch. 1857. p. 417. Ausserdem vergleiche man die in §. 24 citirten Abhandlungen.

§. 28.

Bindegewebe. Die Elementartheile, welche im Bindegewebe sich finden, können in wesentliche, nirgends fehlende und in mehr zufällig oder nur an gewissen Orten vorkommende geschieden werden. Zu den erstern gehören das eigentliche Bindegewebe mit seiner bald mehr homogenen bald faserigen Substanz, sowie das mehr homogene Bindegewebe, zu den andern die freilich fast überall in dieser oder jener Form, als Saftzellen Knorpelzellen oder elastische Fasern, vorkommenden Zellen der Bindesubstanz, dann Fettzellen und andere Zellen ohne bestimmten Character. Ausserdem enthält manches Bindegewebe auch nicht unbedeutende Mengen einer Zwischensubstanz. Das eigentliche Bindegewebe erscheint gewöhnlich als faseriges und zerfällt mehr weniger deutlich in kleine Abtheilungen, die Bindegewebsbündel, von denen jedes wieder aus einer gewissen Zahl sehr feiner Fäserchen, den Bindegewebsfibrillen besteht, welche durch ihren geringen Durchmesser (0,0003—0,0005‴), ihre blasse Farbe, ihr gleichartiges Ansehen und den Mangel jeder Streifung von den ihnen sonst am nächsten stehenden feinsten elastischen Fasern und Muskelfibrillen sich unterscheiden. Dieselben vereinigen sich unter Beihülfe einer geringen Menge eines hellen Bindemittels und bilden so die genannten Bündel, welche in manchen Beziehungen an diejenigen der quergestreiften Muskeln erinnern, jedoch durch die Abwesenheit einer besondern, dem Sarcolemma zu vergleichenden Hülle und durch einen geringern mittlern Durchmesser (0,004—0,005‴) von denselben abweichen. Dieselben sind entweder lange, leicht wellenförmig verlaufende Stränge von überall gleicher Dicke, die nicht direct unter einander sich verbinden, sondern, in verschiedener Weise neben und über einander gelagert, grössere secundäre und tertiäre Bündel und Lamellen bilden, oder es fliessen dieselben, ähnlich den elastischen Netzen, zu einem Maschenwerk zusammen und bilden das von mir sogenannte netzförmige Bindegewebe. — In selteneren Fällen erscheinen die Bindegewebsbündel nicht aus deutlichen Fibrillen zusammengesetzt, sondern mehr homogen, wie im Neurilem, wo sie als *Remak*'sche Fasern bekannt sind. — Ausser dieser Form des Bindegewebes giebt es noch eine zweite, seltenere, bei welcher weder Bündel noch Fibrillen deutlich

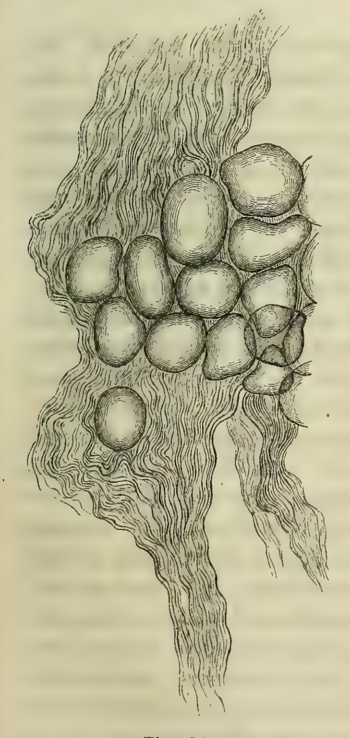


Fig. 31.

Fig. 31. Lockeres Bindegewebe mit Fettzellen vom Menschen, 350mal vergr.

unterschieden werden können, sondern nichts als ein membranartig ausgebreitetes oder in grössern Massen auftretendes, fein granulirtes oder leichtstreifiges, selbst ganz homogenes helles Gewebe, homogenes oder *Reichert'*sches Bindegewebe. — Die sonstigen im Bindegewebe noch vorkommenden Elemente bieten, ausser den schon erwähnten Saftzellen und ihren Derivatis, nicht viel Besonderes dar und werden im speciellen Theile an den betreffenden Orten näher besprochen werden. Nur das kann hier noch angegeben werden, dass in vielen Formen des faserigen Bindegewebes die Saftzellen und feinen elastischen Fasern sehr regelmässig vertheilt sind und mit ihren Hauptzügen regelmässig zwischen den Bündeln dahinziehen, so dass die Abgrenzung dieser vorzüglich von diesen Elementen herrührt. Eine Zwischensubstanz ist wohl in allen Arten des Bindegewebes in geringer Menge zwischen den Bündeln vorhanden, doch in den festeren Formen nicht direct nachzuweisen; dagegen findet sich dieselbe im lockeren Bindegewebe nicht selten, doch ist im einzelnen Falle nicht leicht zu sagen, ob dieselbe als amorphe Substanz oder als homogenes jedoch aus Zellen hervorgegangenes Bindegewebe anzusehen ist.

In chemischer Beziehung ist das Bindegewebe wohl bekannt; die eigentliche Bindesubstanz giebt beim Kochen mit Wasser gewöhnlichen Leim, und enthält ausserdem noch Flüssigkeit in sich, deren Natur ihrer meist geringen Menge wegen noch nicht untersucht werden konnte. Nur wo dieselbe in grösserer Ansammlung sich findet, wie im gallertigen Bindegewebe von Embryonen, lässt sich in derselben die Anwesenheit von viel Eiweiss und Schleim mit Leichtigkeit nachweisen. Die chemischen Verhältnisse des homogenen Bindegewebes sind weniger bekannt, doch scheint dasselbe an manchen Orten der Zusammensetzung des elastischen Gewebes sich zu nähern.

Das Bindegewebe dient dem Organismus je nach seiner Beschaffenheit bald als feste nachgiebige Substanz, bald als ein weicherer Träger von Gefässen, Nerven, Drüsen, bald endlich als nachgiebiges, die Zwischenräume ausfüllendes und Lageveränderungen vermittelndes Gewebe. Wo elastische Elemente in grösserer Menge in ihm sich finden, ändert sich seine Bedeutung und ebenso giebt ihm auch ein grösserer Gehalt an Fett- oder Knorpelzellen eine sonst nicht vorkommende Weichheit oder Resistenz. Das Bindegewebe entwickelt sich ohne Ausnahme aus Zellen und zwar das faserige aus spindel- oder sternförmigen Bläschen, die zu langen Fasern oder Netzen sich vereinen und zugleich, oft schon vor der Verschmelzung, in Fäserchen zerfallen. Die Art und Weise, wie dieses letztere geschieht, ist noch nicht ganz ausgemacht, doch ist es am wahrscheinlichsten, dass die Zellen zugleich bei ihrer Verlängerung mit Membran und Inhalt in eine homogene, halbweiche Masse übergehen, welche dann nachträglich in ein Bündel feiner Fibrillen und etwas Bindesubstanz derselben zerfällt. Das homogene Bindegewebe ist in seiner Entwickelung noch wenig verfolgt, scheint jedoch nach Allem da wo es in grösseren Massen auftritt, wie das andere, aus einer Verschmelzung runder oder länglicher, vielleicht durch eine Zwischensubstanz vereinigter Zellen hervorzugehen, in denen die Metamorphose es nur bis zur Bildung einer gleichartigen Masse, dagegen nicht zum Zerfallen derselben in Fäserchen bringt.

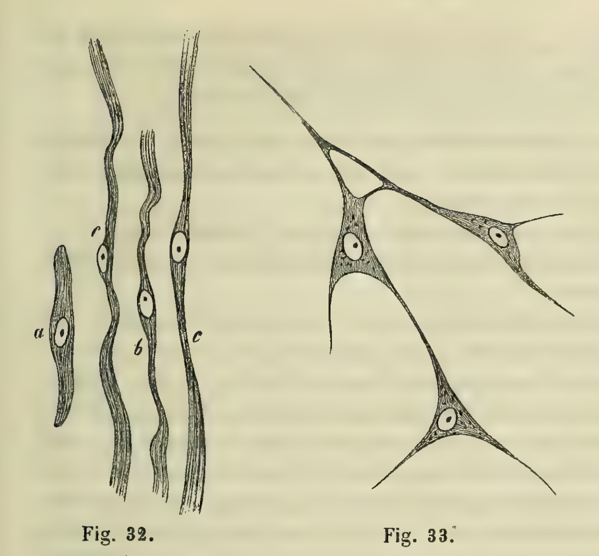


Fig. 32. Fig. 33.

Dagegen möchten gewisse homogene Bindegewebshäute einfach die Bedeutung einer Intercellularsubstanz haben. Sind die Bindegewebsbündel angelegt, so wachsen sie ähnlich den elastischen Fasern in die Länge und Dicke weiter, bis sie die Grössenverhältnisse erreicht haben, die sie beim Erwachsenen besitzen; zugleich entstehen auch an manchen Orten nachträglich noch neue Elemente, die mit den schon vorhandenen sich verbinden. Das fertige Bindegewebe ist, wo es rein vorkommt, fast gefässlos und steht mit Bezug auf den Stoffwechsel jedenfalls auf einer sehr niedern Stufe, daher auch, gewisse Ausnahmen (Hornhaut z. B.) abgerechnet, fast keine Erkrankungen desselben sich finden. Das gefässhaltige Bindegewebe macht hiervon eine Ausnahme, doch beruhen hier die Veränderungen nicht auf den eigenthümlichen Verhältnissen des Bindegewebes selbst, sondern werden von den von demselben getragenen Gefässen, Saftzellen und Fettzellen bedingt. Die Bindegewebsbündel und die elastischen Fasern sind die auf tiefster Stufe stehenden der höheren Elementartheile, und ergänzen sich daher auch mit grösster Leichtigkeit zum Ersatz von Substanzverlusten oder zur Vermehrung der schon bestehenden Theile.

Die Vereinigung der verschiedenen Elemente des Bindegewebes geschieht in mannigfacher Weise und werden am besten folgende Formen unterschieden:

1) Festes Bindegewebe (geformtes Bindegewebe, *Henle*). In demselben sind die Elemente innig verbunden und so, dass einfachere Organe von ganz bestimmter Form deraus hervorgehen. Hierher gehören:

a) Die Sehnen und Bänder, mit parallelen durch lockeres Bindegewebe zu grösseren Strängen vereinten Bindegewebsbündeln, zwischen denen ganz regelmässig eine gewisse Zahl anastomosirender Saftzellen und feiner elastischer Fasern und Fasernetze hindurchziehen.

b) Die Faserknorpel. Vom Bau der Sehnen und Bänder, jedoch mit zahlreichen eingestreuten Knorpelzellen oder Saftzellen. Finden sich

Fig. 32. Bildungszellen des Bindegewebes aus der Haut des Rumpfes eines 7''' langen Schafembryo, 350mal vergr. *a*. Zelle ohne Andeutung der Fibrillen, *b*. mit hervortretenden, *c*. mit deutlichen Fibrillen.

Fig. 33. Drei Bildungszellen des netzförmigen Bindegewebes aus der *Allantois* eines 7''' langen Schafembryo, 350mal vergr.

theils als besondere Organe, wie die *Cartilagines interarticulares* und die *Labra glenoidea*, theils an einzelnen Orten in andern bindegewebigen Theilen, vor allem in Sehnen, Sehnenscheiden und Bändern.

c) Die fibrösen Häute. Unterscheiden sich von *a* nur durch die häufige Verflechtung der Bindegewebsbündel und die meist bedeutendere Zahl von elastischen Fasern. Hierher zählen:
 1) Die Muskelfascien, die mehr den Bau der Sehnen haben.
 2) Die Beinhäute und Knorpelhäute mit stellenweise sehr vielen elastischen Elementen.
 3) Die weissen derben Hüllen vieler weichen Organe, wie die *Dura mater*, das Neurilem, die *Sclerotica* und *Cornea*, die Faserhaut der Milz und Nieren, die *Albuginea* der Eierstöcke, Hoden, des *Penis* und der *Clitoris*. In den letztgenannten Theilen und in der Milz setzen sich diese Hüllen, die ein festes Bindegewebe und zahlreiche feine elastische Fasern enthalten, in das Innere fort und bilden hier, zum Theil mit glatten Muskeln gemengt, ein mehr oder minder reichliches Gerüste, das bald in Form von Scheidewänden oder eines *Stroma*, oder eines Balkennetzes erscheint. In der *Cornea* findet sich insofern eine Modification als das Bindegewebe durchsichtig ist, zahlreiche Saftzellen enthält und beim Kochen in Wasser eine chondrinartige Substanz und keinen Leim giebt *(His)*.

d) Die serösen Häute. Bestehen aus einem an feinen elastischen Fasern reichen Bindegewebe, das verschiedentlich sich durchflechtende oder wirklich netzförmige, anastomosirende Bündel hat, auch wohl, namentlich an der Oberfläche dieser Häute, z. Th. mehr homogen erscheint. Die serösen Häute, die nie Drüsen und im Ganzen wenig Gefässe und Nerven besitzen, erscheinen als Auskleidung von Höhlen, die Eingeweide enthalten, und sind an ihrer innern Oberfläche durch einen Epithelialbeleg glatt und glänzend. Dieselben bilden nicht nothwendig geschlossene Säcke, wie man früher geglaubt hat, sondern es kann stellenweise die seröse Haut Oeffnungen haben (Abdominalöffnung der Tuben), oder gänzlich fehlen, wie auf den Knorpeln der Gelenkenden, oder wenigstens die bindegewebige Grundlage derselben mangeln, so dass dann das Epithelium auf einem andern Theile aufliegt, wie z. B. bei dem sogenannten äussern Blatte der *Arachnoidea cerebri*. Zu diesen Häuten gehören 1) die ächten serösen Häute, wie die *Arachnoidea*, die *Pleura*, das *Pericardium*, *Peritonaeum* und die *Tunica vaginalis propria*, die alle normal nur ein Minimum einer serumähnlichen Feuchtigkeit secerniren, und 2) die Synovialhäute oder die Gelenkkapseln, die *Bursae mucosae* und Sehnenscheiden, die eine zähe gelbliche Masse, die *Synovia*, bereiten, in der Eiweiss und Schleim enthalten sind.

e) Die Lederhaut. Besteht aus einem dichten Filz von Bindegewebsbündeln, der an der Oberfläche und in den Papillen einem undeutlich fibrillären, zum Theil selbst mehr homogenen Gewebe Platz macht, und eine grosse Zahl feinere und stärkere elastische Netze, zum Theil auch Saft-

zellen, sowie sehr zahlreiche Gefässe und Nerven zwischen sich enthält. Die Lederhaut trägt an ihrer äussern Fläche die Hautwärzchen und wird hier von der Epidermis bedeckt, mit der sie zusammen die äussere Haut bildet, und ist durch ein weiches, meist sehr fettreiches Gewebe, das Unterhautbindegewebe oder die Fetthaut, *Panniculus adiposus,* von den tieferen Theilen geschieden.

f) Die Schleimhäute, *Tunicae mucosae.* Bestehen im Wesentlichen aus einer gefässreichen und nervenhaltenden, bindegewebigen Grundlage, der eigentlichen Schleimhaut, einer dieselbe deckenden Epithelialschicht und einem submucösen Bindegewebe, das am Darm *Tunica nervea* heisst. Die erste ist von ähnlichem Bau, wie die Lederhaut, nur weicher und nicht selten arm an elastischem Gewebe und an Saftzellen. Von den serösen Häuten unterscheiden sich die Schleimhäute im Allgemeinen durch grösseren Gefässreichthum, bedeutendere Dicke, Drüsenreichthum und das schleimige Secret, das vorzüglich auf Rechnung ihres weichen Epithelialbeleges zu setzen ist, doch giebt es auch Schleimhäute, die ebenso dünn und drüsenlos sind, wie seröse Häute und andererseits nähern sich die Synovialkapseln den Schleimhäuten durch den Blutreichthum und die Art des Secretes. Die Schleimhäute und die äussere Haut sind einander in allen Haupttheilen analog, daher auch die zwischen denselben sich findenden Uebergänge, wie an den Lippen, Augenlidern und anderwärts nicht auffallend sind. Zu den Schleimhäuten gehört die innerste Haut des *Tractus intestinalis,* die Auskleidung der Nasenhöhle und ihrer Nebenhöhlen, der *Tuba Eustachii,* Paukenhöhle und Zitzenzellen, dann die *Conjunctiva.* Von den Drüsen enthalten alle grösseren in den Ausführungsgängen eine deutliche Schleimhaut, so die Lungen von der Stimmritze bis in die feinsten Bronchien, die Leber in den grösseren Gallenwegen und in der Gallenblase, das *Pancreas* im *Ductus pancreaticus*, die Harn- und Geschlechtsorgane in der *Urethra,* Blase, den Ureteren, dem Nierenbecken, in der *Vagina,* dem Uterus, den Eileitern und in den Milchgängen und Milchsäckchen, in den Samenblasen und dem *Vas deferens.* Bei allen diesen Drüsen gehen die Schleimhautauskleidungen schliesslich unmittelbar in die Wände der Drüsenschläuche oder Drüsenbläschen über, so dass diese, wenn man will, als von einer verfeinerten Schleimhaut gebildet angesehen werden können. Dasselbe könnte bei den kleineren Drüsen, wie denen des Darmes geschehen, die direct mit grösseren Schleimhautausbreitungen zusammenhängen, nur müsste man dann auch die kleineren Drüsen der Haut als von verdünnten Fortsetzungen derselben gebildet ansehen. Da auch die Entwickelungsgeschichte und die Physiologie diese Auffassung theilweise unterstützen, so erscheint dieselbe auf jeden Fall bis zu einem gewissen Grade gerechtfertigt, doch ist nicht zu vergessen, dass viele *Membranae propriae* von Drüsen keine bindegewebigen Theile sind, sondern als Ausscheidungen der Zellen der Drüsencanäle erscheinen, so dass den secernirenden Drüsenelementen doch eine gewisse Selbständigkeit gewahrt bleibt.

g) Die Häute der Venen, Lymphgefässe, die *Adventitia* der Arterien, das *Endocardium.* Bestehen aus einem straffen, dem der fibrösen Häute nicht unähnlichen Bindegewebe und feineren oder gröberen elastischen Fasernetzen, denen bei den Venen zum Theil auch glatte Muskeln beigemengt sind.

h) Die sogenannten Gefässhäute, *Tunicae vasculosae*, zu denen die *Pia mater* mit den *Plexus chorioidei*, die *Chorioidea* und *Iris* gehören. Enthalten alle sehr zahlreiche Gefässe, die jedoch weniger für sie selbst, als zur Ernährung anderer Organe bestimmt sind. Als Träger derselben dient entweder ein gewöhnliches, der elastischen Fasern ermangelndes Bindegewebe (*Iris*, *Pia mater*) mit parallelen, verfilzten und anastomosirenden Bündeln, oder ein homogenes Bindegewebe (*Plexus choriodei*, *Chorioidea*), dem, wie in der *Chorioidea*, noch eigenthümliche Elemente, nämlich anastomosirende, meist mit mehr oder weniger Pigment gefüllte Zellen beigegeben sein können, welche den Saftzellen des Bindegewebes an die Seite zu stellen sind.

i) Die homogenen Bindewebshäute. In manchen Organen finden sich Häute, deren Aussehen und zum Theil auch die chemische Natur mit dem Bindegewebe übereinstimmt, die jedoch keine deutlichen Bindegewebsbündel und Fibrillen besitzen, sondern mehr homogen erscheinen. Ich rechne hierher das homogene Gewebe, das oft die Bündel der *Arachnoidea* einzeln oder mehrere zusammen umhüllt, das Neurilem aller kleineren Nervenstämme, die *Membrana hyaloidea*, die Hüllen der *Malpighi*'schen Körperchen der Milz und der drüsigen Follikel des Darmes (Tonsillen, Zungenbälge, solitäre und *Peyer*'sche Drüsen). Von den Hüllen der Drüsenelemente scheinen alle hierher zu zählen, welche in sich Kerne (oder Saftzellen) enthalten, wie die der Hoden, *Graaf*'schen Follikel und gewisser trauben- und schlauchförmigen Drüsen, dagegen kann ich die eigentlichen homogenen kernlosen *Membranae propriae*, die Glashäute und die Basement membranes z. Th. nicht zum Bindegewebe rechnen, worüber §. 16 nachzusehen ist.

2) Lockeres oder areoläres Bindegewebe (formloses Bindegewebe, *Henle*). Besteht aus einem weichen Maschenwerk netzförmig anastomosirender oder verschiedentlich durchflochtener Bindegewebsbündel, die in grösserer oder geringerer Menge als Ausfüllungs- und Verbindungsmasse zwischen den Organen und ihren einzelnen Theilen sich finden und in zwei Formen erscheinen.

1) Als Fettgewebe, wenn in den Maschen eines an elastischen Fasern und Saftzellen gewöhnlich ganz armen Bindegewebes zahlreiche Fettzellen enthalten sind;

2) als gewöhnliches lockeres Bindegewebe, wennn die letztern spärlich sind oder fehlen. — Das Fettgewebe findet sich vorzüglich in der Haut als *Panniculus adiposus*, in den grossen Röhrenknochen als gelbes Knochenmark, in der Augenhöhle, um die Nieren, im Gekröse und den Netzen, dann auch um das Rückenmark herum, an Nerven und Gefässen und in Muskeln. Das gewöhnliche lockere Binde-

webe, das bald ganz arm bald reich an Saftzellen und elastischen Fasern ist, ist am verbreitetsten zwischen den einzelnen Eingeweiden des Halses, der Brust-, Bauch- und Beckenhöhle, dann überall längs der Gefässe und Nerven und im Innern der Muskeln, Nerven und Drüsen. An gewissen Orten, wie im Rückenmarkscanale, im Knorpelmark, hat dasselbe eine gallertige Beschaffenheit, wie embryonales lockeres Bindegewebe und enthält dann in den Maschen der Bindegewebsbündel eine bald mehr serumartige, bald schleim- und eiweisshaltige Flüssigkeit.

Das Bindegewebe findet sich, abgesehen von den verknöcherten Sehnen der Vögel, bei allen vier Wirbelthierclassen ungefähr in derselben Weise, wie beim Menschen, tritt dagegen bei den Wirbellosen meist als einfache Bindesubstanz (S. §. 25) auf, selten als mehr faserig, wie bei Cephalopoden, im Mantel der Muscheln, im Stiel der Lingulen und Cirrhipeden, bei den Echiniden, in den auch chemisch eigenthümlichen Sehnen der Crustaceen. Auch Fettzellen kommen bei niedern Thieren nicht in der Menge und Ausdehnung vor, wie bei höhern Geschöpfen. Das feste Bindegewebe wird hier vertreten durch knorpelartige oder wenigstens festere einfache Bindesubstanz, durch eine aus Cellulose bestehende Substanz, durch kalkige oder hornige Theile. Die Chitingebilde der Arthropoden sind kein Bindegewebe, wie *Leydig* (*Müll.* Arch. 1855, Histiologie p. 29) mit Unrecht behauptet hat, sondern Cuticularbildungen (Siehe meine Abh. üb. diese in Würzb. Verh. VIII.) und *E. Häckel* (in *Müll.* Arch. 1847).

Ueber den Bau und die Entwickelung des Bindegewebes sind die Ansichten immer noch getheilt. Während die Meisten dem Bindegewebe einen deutlich faserigen Bau zuschreiben und dasselbe aus Bündeln und die Bündel aus Fibrillen bestehen lassen, hält *Reichert* dieses Gewebe für mehr homogen und betrachtet die Fibrillen theils als Kunstproduct, theils als Ausdruck einer Faltenbildung, eine Ansicht, zu der auch manche neue Autoren sich hinneigen. Ich für mich finde an der *Reichert*'schen Annahme wohl einiges Wahre, insofern als nicht zu leugnen ist, dass es auch ein nicht fibrilläres, mehr homogenes Bindegewebe giebt, das früher wenig berücksichtigt worden war, bin jedoch der Ansicht, dass dieselbe für die grosse Masse der bindegewebigen Organe unrichtig ist. Die Möglichkeit, in dünnen Häuten schon ohne Präparation Fibrillen zu erkennen, die Leichtigkeit, mit der dieselben aus Sehnen und Bändern sich isoliren, endlich der Umstand, dass die Fibrillen auch am Querschnitt der Sehnen und des festeren Bindegewebes überhaupt sich nachweisen lassen, sind für mich hinreichende Gründe, an der alten Annahme fest zu halten. Ich muss hier namentlich noch die letzte Thatsache betonen, da *Reichert* in neuester Zeit (*Müll.* Arch. 1852. p. 527) sich nicht von derselben überzeugen konnte. Allerdings ist meine Abbildung des Querschnittes der Fibrillen (Mikr. Anat. II, 1. p. 217. Fig. 61) nicht getreu, wie ich in der Erklärung derselben bemerkte, indem es kaum möglich ist, so zarte Verhältnisse durch einen Holzschnitt wiederzugeben, allein meine Angabe ist sicherlich begründet, wie jetzt auch *Gerlach* und *Leydig*, die sonst Anhänger *Reichert's* sind, und *Harting*, zugeben, wovon ich noch in der letzten Zeit wiederholt mich überzeugte (ich empfehle wie früher die Behandlung nicht zu dünner Querschnitte mit verdünnter Essigsäure), und da sehe ich denn nicht ein, wie eine Faltenbildung weiter in Frage kommen kann.

Die Entwickelung des Bindegewebes anlangend unterscheide ich zwei Typen, welche den zwei Hauptformen des Bindegewebes, dem festen und areolären entsprechen. Das erstere entwickelt sich aus Zellencomplexen ohne nachweisbare Zwischensubstanz, dadurch, dass die Zellen länglich werden, in Fibrillen zerfallen und verschmelzen. Am deutlichsten ist dies bei den Sehnen und Bändern, welche, wie Beobachtnngen an Batrachierlarven und Säugethierembryonen lehren, zuerst ganz und gar aus rundlichen gewöhnlichen Bildungszellen bestehen, die um dieselbe Zeit, in welcher die quergestreiften Muskelfasern sich bilden (bei Säugern im 2. Monat) spindelförmig werden. Die weitere Entwickelung lehrt, dass, was *Schwann* entgangen war, nur der eine Theil

dieser spindelförmigen Zellen und zwar Zellen, die durch ihre Grösse und die blasseren Contouren sich bemerklich machen, zu Bindegewebsbündeln wird, während die andern, die *Schwann* zum Theil richtig zeichnet (Tab. 3. Fig. 11 die kleinste Zelle, Fig. 6 aus areolärem Gewebe die Zelle *b* und die unterste Zelle rechts), vorläufig als spindelförmige Elemente verharren und erst später zu den elastischen Fasern verschmelzen. So entsteht schliesslich einzig und allein aus Zellen ohne erhebliche Zwischensubstanz ein compactes Gewebe zweierlei chemisch ganz differenter Fasern. — Das areoläre Bindegewebe weicht von dem eben beschriebenen dadurch ab, dass dasselbe, wenn auch nicht von Anfang an, doch von der Zeit an, wo die Zellen länglich werden, eine reichliche gallertige Zwischensubstanz zwischen denselben entwickelt, die nicht leimgebend ist und auch nie dazu wird, sondern Eiweiss und einen dem Schleimstoff ähnlichen Körper enthält, wie denn auch schon *Schwann* einen dem Pyin ähnlichen Körper in diesem Gewebe fand. Obschon alle Embryologen wissen, dass das areoläre Bindegewebe z. B. unter der Haut, am Halse, in den Mittelfellen, hinter dem Peritonaeum, in der Augenhöhle, in den Knochen anfänglich gallertig ist, so hat doch noch Niemand auf das allgemeine Vorkommen jener von *Schwann* an einem einzigen Orte nachgewiesenen Zwischensubstanz aufmerksam gemacht. Ich lernte dieses Bindegewebe zuerst zwischen *Chorion* und *Amnios* kennen und achtete anfänglich mehr auf die netzförmig anastomosirenden Zellen desselben. Später, als ich dasselbe im Schmelzorgane des embryonalen Zahnsäckchens genauer untersuchte, wurde ich auf die eigenthümliche Zwischensubstanz aufmerksam und zu gleicher Zeit beschrieb *Virchow* dieses Gewebe aus dem Nabelstrang, wo die *Wharton*'sche Sulze daraus besteht, unter dem Namen Schleimgewebe, zu dem er später auch den Glaskörper rechnete. Eine weitere Verfolgung dieses Gegenstandes zeigte mir dann dass alles und jedes areoläre Bindegewebe bei Embryonen ursprünglich in dieser Form auftritt (Würzb. Verh. III. 1851), was denn auch von andern bestätigt wurde.

Die Art und Weise nun, wie das gallertige Bindegewebe sich entwickelt ist die: Von der in der gallertigen Grundlage enthaltenen Zellen wandelt sich ein Theil in Bindegewebe um, indem dieselben spindelförmig oder sternförmig werden und, indem ihre Substanz in Fibrillen zerfällt, zu gewöhnlichen oder netzförmig anastomosirenden Bindegewebsbündeln sich gestalten, die aber, wie schon *Schwann* meldet, anfänglich noch keinen Leim geben. So entsteht ein Maschennetz engerer oder lockerer Art, in dessen Räumen die Zwischensubstanz und ein Rest der anfänglichen Bildungszellen enthalten sind. In weiterer Entwickelung gehen durch fortgesetzte Vermehrung der letztern, wobei die Zwischensubstanz nach und nach an Menge abnimmt, neue Zellen hervor, und zugleich consolidirt sich das anfängliche Netzwerk, indem immer neue Zellen an dasselbe sich anschliessen, von denen auch ein Theil zu elastischen Fasern und Gefässen sich gestaltet. Schliesst das areoläre Gewebe später keine Fettzellen ein, so verschwindet zuletzt die Gallertsubstanz ganz und bleibt nichts als ein lockeres, höchstens etwas Feuchtigkeit und vereinzelte Zellen in seinen Maschen enthaltendes Fasergewebe zurück, wird dasselbe dagegen zu einem Fettgewebe, so bleiben die Zwischenräume bestehen und geht ein grosser Theil der in ihnen entstandenen Zellen durch Fettentwickelung im Innern später in Fettzellen über. — In der *Wharton*'schen Sulze, zwischen *Chorion* und *Amnios* und zum Theil im Schmelzorgan, bleibt das areoläre Bindegewebe mehr auf seiner fötalen Stufe eines Gallertgewebes stehen, doch sind in der *Wharton*'schen Sulze älterer Embryonen Bindegewebsfibrillen ganz deutlich und ist auch im Schmelzorgan der Uebergang eines Theiles des Gallertgewebes in gewöhnliches Bindegewebe nachzuweisen.

So viel von den zwei Typen bei der Entwickelung des Bindegewebes. Von den Bindegewebsbündeln ist nun noch anzugeben, wie dieselben chemisch und morphologisch zu dem werden, was sie sind. In ersterer Beziehung bemerke ich, dass die Bildungszellen des Bindegewebes anfänglich von andern Bildungszellen der Embryonen sich nicht unterscheiden, beim Kochen im Wasser sich nicht lösen und mithin keinen Leim enthalten. Selbst wenn die Zellen deutlich spindelförmig und schon zu Bündeln und Netzen verschmolzen sind, geben dieselben, wie schon *Schwann* meldet, noch keinen Leim Mithin geht hier die Umwandlung der Zellen in eine leimgebende Substanz eben so lang-

sam vor sich, wie bei der Grundsubstanz der Knorpel, die nach *Schwann* anfänglich ebenfalls keinen Leim giebt und spricht es mithin nicht gegen die bindegewebige Natur der *Wharton*'schen Sulze, dass dieselbe beim Kochen keinen Leim giebt, wie *Scherer* gefunden hat. Wie die leimgebende Substanz aus den Zellen entsteht, ob nur der Inhalt oder auch die Zellmembranen sich dabei betheiligen, ist vorläufig nicht zu sagen.

Die morphologische Umwandlung, welche die Bildungszellen des Bindegewebes beim Uebergang in Faserbündel durchmachen, ist höchst wahrscheinlich die, dass sie, nachdem Membran und Inhalt derselben in eine homogene halbweiche Masse verschmolzen sind, secundär in Fibrillen zerfallen, letzteres in ähnlicher Weise, wie wir es bei dem Inhalt der animalen Muskelfasern zu Stande kommen sehen. Hierbei gehen die Kerne der Zellen in der Regel zu Grunde oder wandeln sich wenigstens, auch wenn sie bestehen bleiben, wie man dies im areolären Bindegewebe hie und da sieht (vgl. auch *Bruch*, Zeitschr. f. w. Zool. VI.), doch nie in sogenannte Kernfasern um.

Ich habe schon oben (§. 24) angeführt, dass von den Forschern, die in der neuesten Zeit über diese Frage sich ausgesprochen haben, Alle, mit wenigen Ausnahmen (*Luschka*, *Wedl*, *A. Wagner*), gegen die Entstehung des Bindegewebes aus Zellen sind. Ich kann mir dies nur daraus erklären, dass die Meisten derselben die Entwickelung dieses Gewebes nicht bei hinlänglich jungen Embryonen verfolgten und sich zu sehr von der schönen Uebereinstimmung blenden liessen, die sich zwischen den verschiedenen Arten der Bindesubstanz herausstellt, wenn man auch die Fasersubstanz des Bindegewebes als Intercellularsubstanz auffasst. Auch für mich hat diese Uebereinstimmung etwas sehr Anziehendes, allein wenn ich den Thatsachen Rechnung trage, die ich für richtig beobachtete halte, kann ich auch jetzt nach neuerdings wieder angestellten Beobachtungen nicht anders, als die Entstehung des Bindegewebes ganz anders aufzufassen, als die der Grundsubstanz der Knorpel. Auf jeden Fall aber wäre es nun an der Zeit, dass diejenigen, die immer von dem Bindegewebe als Intercellularsubstanz reden, sich einmal die Mühe nehmen möchten, meine Angaben bei Embryonen zu prüfen.

Wenn beim physiologischen Bindegewebe die Entwickelung aus Zellen aufs Bestimmteste festgehalten werden muss, so ist damit noch nicht gesagt, dass eine chemisch und morphologisch dem Bindegewebe sehr ähnliche Substanz nicht auch in anderer Weise entstehen kann. Wissen wir doch, dass die leimgebende Grundsubstanz der Knorpel, wenn sie sich zerfasert, dem Bindegewebe täuschend ähnlich wird. Es giebt aber auch ein pathologisches ächtes Bindegewebe, in Narben aller Art und wohl auch anderwärts, das aus Zellen sich entwickelt, und bin ich daher für mich einem Zusammenwerfen aller bindegewebeartigen Gewebe entgegen. Wir müssen bei unseren Eintheilungen nicht nur die Aehnlichkeit oder Gleichheit im Bau und der chemischen Zusammensetzung berücksichtigen, sondern alle Momente und vor allem auch die Genese ins Auge fassen und daher eben so gut den faserigen, leimgebenden Knorpel von ächtem Bindegewebe unterscheiden, als wir die genuine elastische Faser von den chemisch und morphologisch sehr ähnlichen Fasern der Netzknorpel trennen.

Mit Bezug auf die Saftzellen kann noch erwähnt werden, dass *Leydig* (Unters. p. 112) schon früher angegeben hat, dass die grösseren Lücken im Bindegewebe aus denselben sich bilden können. In letzter Zeit hat er dies weiter formulirt (Histiologie p. 31) und erfährt man nun, dass er die grossen Räume in der Arachnoidea und die im Bindegewebe des Kniegelenkes (hier sind wohl die Patellarschleimbeutel gemeint) ganz den Bindegewebskörperchen des Bindegewebes gleich setzt (!). Ich bin sehr bereit Vergrösserungen und verschiedene Umwandlungen der Saftzellen anzunehmen, wofür schon *Virchow's* pathologische Erfahrungen manche Beweise abgeben. Was dagegen *Leydig's* Behauptungen anlangt, so ergiebt eine geringe Ueberlegung, dass die Rolle, die er den Saftzellen bei der Arachnoidea zumuthet, ganz Unmögliches in sich schliesst.

Literatur. *Zelinsky*, *de telis collam edentibus*. *Dorp.* 1852 *Diss.* Ausserdem vergleiche man die in den §§. 24 und 25 citirten Abhandlungen.

§. 29.

Intercelluläre Flüssigkeit und interstitielles Parenchym der Bindesubstanz. Obschon bei Embryonen die allererste Anlage des Leibes eine ganz compacte Zellenmasse ist, so entwickeln sich doch schon bei diesen an vielen Orten zwischen den Zellen besondere grössere Hohlräume dadurch, dass bestimmt geformte Gruppen von solchen im Innern durch Abscheidung von Flüssigkeit schmelzen oder sich erweichen, während die äussern Elemente zu Membranen sich umformen. So entsteht das Herz und die grösseren Blutgefässe sammt dem Blut; in derselben Weise bilden sich aber auch wahrscheinlich eine Reihe anderer Organe und Parenchyme und könnte man auch daran denken, diese Bildungen zusammen als ein besonderes Gewebe aufzustellen, wie es mit einem Theile derselben in den ersten Auflagen geschehen ist. Wenn ich dies nicht mehr thue, so geschieht es, weil einmal diese Parenchyme dem sie umschliessenden Bindegewebe gegenüber zu wenig Selbständigkeit haben, und andrerseits auch von den Zwischenzellflüssigkeiten (Blut, Chylus) nicht zu trennen sind, welche doch unmöglich zu den Geweben gestellt werden können und scheint es mir daher am passendsten, dieselbe den Bindesubstanzen und *in specie* dem Bindegewebe anzureihen, mit dem man sie auch, wenn man will, noch näher verbinden kann, als es hier geschieht. Ich zähle hier auf:

1. Die Zwischenzellflüssigkeiten, Blut, Chylus, Lymphe, die aus viel Flüssigkeit und frei in derselben enthaltenen Zellen bestehen und von den Gefässen eingeschlossen sind.

2. Die interstitiellen Parenchyme. Hierher rechne ich den Inhalt der Lymphdrüsenalveolen, den aller geschlossenen Follikel (*Peyer*'sche Haufen, solitäre Follikel, Milzbläschen, Tonsillen, Pharynxtonsille, Schleimbälge der Zungenwurzel), die Milzpulpe und die Pulpe der Thymus, das Parenchym der Nebennieren (ob auch das Mark ist zweifelhaft) und des vorderen Lappens der *Hypophysis cerebri*. Alle diese Parenchyme haben das Gemeinschaftliche, dass sie in bestimmt geformten Räumen des Bindegewebes enthalten sind und meist aus einer sehr geringen Beimengung von solchem und aus Zellen bestehen.

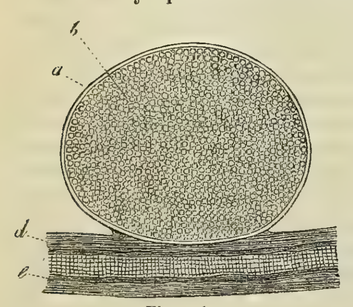


Fig. 34.

In der grossen Mehrzahl dieser Organe sind diese Zellen den farblosen Blutzellen sehr ähnlich, und stehen wahrscheinlich diese Parenchyme (Milz, geschlossene Follikel aller Art), wie es von dem der Lymphdrüsen nun bewiesen ist, mit den Lymphgefässen oder Blutgefässen (rothe Milzpulpe) in directem Zusammenhang. Dasselbe gilt vielleicht auch von der Thymus, deren Stellung jedoch im Ganzen noch etwas zweifelhaft ist (Siehe oben §. 23). *Sui generis*

Fig. 34. Ein *Malpighi*'sches Körperchen aus der Milz des Ochsen, 150mal vergr. *a*. Wand des Körperchens. *b*. Inhalt. *e*. Wand der Arterie, an dem dasselbe sitzt. *d*. Scheide derselben.

sind die Rinde der Nebennieren und die *Hypophysis*, indem dieselben eigenthümliche grosse Zellen enthalten und keine Beziehung zu den Blutgefässen erkennen lassen.

Die Existenz von Intercellularräumen bei Thieren findet sich meines Wissens zuerst bei *Henle* ausführlich gewürdigt (Allg. Anat. p. 215) und hat derselbe auch schon den wenigstens für die Blutgefässe richtigen Satz ausgesprochen, dass Zellen (die Capillaren) in Intercellulargänge (die grösseren Gefässe) sich öffnen können, in welcher Beziehung jedoch auch eine Aeusserung von *Schwann* vorliegt (p. 190).

Literatur. Vergl. die unten an den betreffenden Orten citirten Abhandlungen, ausserdem *Ecker*, Art. Blutgefässdrüsen in *Wagner's* Handw. d. Phys. IV. 1850.

§. 30.

Knochengewebe. In morphologischer Beziehung besteht das Knochengewebe wesentlich aus einer Grundsubstanz und vielen in dieselbe eingestreuten mikroskopischen, 0,006—0,014''' langen, 0,003—0,007''' breiten und 0,002—0,004''' dicken Höhlungen, den Knochenhöhlen, *Lacunae ossium* (Knochenkörperchen der Autoren). Erstere, von weisser Farbe, ist bald mehr homogen, bald feinkörnig, sehr häufig lamellös und durch innige Verbindung mit Kalksalzen hart und spröde; die Knochenhöhlen sind meist linsenförmig von Gestalt und stehen durch sehr zahlreiche feine Ausläufer, die Knochencanälchen *(Canaliculi ossium)* mit einander in Verbindung und münden auch z. Th. durch dieselben an der äussern Oberfläche der Knochen und in die grössern und kleinern Mark- und Gefässräume im Innern aus. Jede Knochenhöhle sammt ihren Ausläufern enhält eine sternförmige Zelle mit hellem Inhalt, welcher als Ernährungsfluidum der Knochen bezeichnet werden kann und in demselben in vielen Fällen, vielleicht constant, einen Zellenkern. Ausser diesen zwei wichtigsten Elementen, welche in keinem Knochen höherer Thiere fehlen, kommen in den meisten Knochen auch noch zahlreiche Gefässe und Nerven, sowie häufig eine besondere, dieselben tragende Substanz, das Knochenmark, vor, welches entweder aus gewöhnlichem Fettgewebe, oder aus einem lockern spärlichen Bindegewebe mit wenig Fettzellen und vielen besondern sogenannten Markzellen zusammengesetzt ist. Diese Weichtheile erfüllen die grössern Höhlungen im Innern der Knochen und in der schwammigen Substanz, finden sich aber auch, zum Theil wenigstens, in engern, die compacte Substanz durchziehenden Canälen,

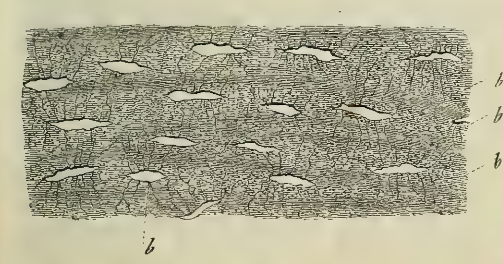


Fig. 35.

Fig. 35. Ein Stückchen eines senkrechten Schliffes von einem Scheitelbein, 350mal vergr. *a*. Lacunen mit blassen, nur zum Theil sichtbaren Ausläufern wie im natürlichen Zustande mit Flüssigkeit gefüllt, *b*. granulirte Grundsubstanz. Die streifigen Stellen bedeuten die Grenze der Lamellen.

den Gefäss- oder Haversischen Canälen, die an der äussern und innern Oberfläche der Knochen vielfach ausmünden.

Die Knochengrundsubstanz besteht aus einem innigen Gemenge einer organischen Substanz, welche mit der Substanz des Bindegewebes vollkommen übereinstimmt, und anorganischen Verbindungen, unter denen der phosphorsaure und der kohlensaure Kalk eine Hauptrolle spielen. Die in den Höhlungen und Canälen enthaltene Flüssigkeit ist nicht genauer bekannt, enthält jedoch wahrscheinlich vorzüglich Eiweiss, Fett und Salze, wie die Blutflüssigkeit. Die Knochen dienen dem Körper durch ihre Festigkeit und Härte als Stützpunkt der Weichtheile und zur sichern Umschliessung derselben, ausserdem auch noch in besonderer Weise, wie z. B. die Gehörknöchelchen und die Labyrinththeile, welche die Schallwellen leiten. Die Entwickelung der Knochen geschieht in zweierlei Weise, einmal durch Metamorphose wahren Knorpels und zweitens durch Umwandlung von gewöhnlichem Bindegewebe. In beiden Fällen sind es Zellen, hier die Knorpelzellen, dort die Saftzellen des Bindegewebes, welche zu den Knochenhöhlen werden und zwar geschieht dies nach zwei etwas verschiedenen Typen. Wenn Knochen aus Knorpeln entstehen, so wandeln sich die letztern zuerst in eine Art Knorpelknochen um, indem ihre Grundsubstanz Kalk aufnimmt; zugleich erzeugen die Knorpelkapseln eine Brut junger Zellen in sich und fliessen zu grösseren Räumen zusammen, deren Inhalt eben diese Zellen sind, die nun auch Markzellen heissen können, indem wenigstens ein Theil derselben auch dazu dient, um die Elemente des fertigen Markes zu erzeugen. Ein anderer wichtigerer Theil dieser Abkömmlinge der Knorpelzellen jedoch geht in ächte Knochensubstanz über, welche auf die verkalkten Theile der Knorpelgrundsubstanz sich ablagert und zwar scheinen nach *H. Müller* die Zellen hierbei unter gleichzeitiger Abscheidung einer homogenen Substanz, die zur Knochengrundsubstanz sich gestaltet, unmittelbar in die sternförmigen Knochenzellen überzugehen. Verknöchert Bindegewebe, wie bei den Periostablagerungen der Knochen und der ersten Entstehung der platten Schädelknochen, so geht dasselbe verschieden von dem Knorpel in wirklichen Knochen über, indem seine Saftzellen unmittelbar zu den Knochenzellen, und seine Fasersubstanz durch Aufnahme von Kalksalzen zur Knochengrundsubstanz sich ge-

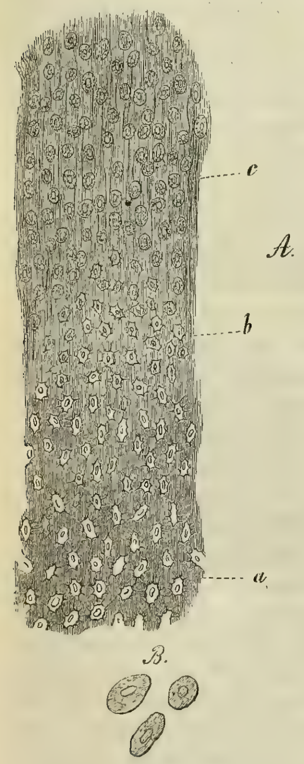


Fig. 36.

Fig. 35. Von der Innenfläche eines *Os parietale* des Neugebornen, 300mal vergrössert. *a*. Knochen mit Höhlen, noch blass und weich. *b*. Rand desselben. *c*. Ossificirendes Blastem mit seinen Fasern und Zellen. *B*. Drei dieser Zellen, 350mal vergr.

stalten, doch zeigt sich auch in diesem Falle, dass die primitive Knochenbildung zum Theil wieder aufgezehrt wird, um einer secundären Formation Platz zu machen, die in ähnlicher Weise aus dem Marke dieser Knochen hervorgeht, wie der ächte Knochen bei der Knorpelverknöcherung. So ergiebt sich, dass die Hauptmasse der Knochen den Markzellen und einer von ihnen abgeschiedenen homogenen verkalkenden Substanz ihren Ursprung verdankt — während allerdings an der Grenze derselben gegen die Beinhaut und den Knorpel auch Reste der ursprünglichen Formationen sich erhalten — und lässt sich so doch eine Einheit in der Entstehung dieses Gewebes nachweisen, trotz der Verschiedenheit der beiden Vorläufer desselben. Aus allen Knochen lassen sich, wie *Virchow* zuerst entdeckt hat, durch Maceration in Säuren und Alkalien, sowie durch Kochen die Knochenzellen leicht isoliren. — Der Stoffwechsel der Knochen ist sehr energisch und wird einmal durch die Gefässe der sie überziehenden Beinhaut, und, wenn solche da sind, auch durch diejenigen im Mark und in den Gefässcanälchen vermittelt. Die Knochen haben eine grosse Regenerationsfähigkeit und heilen leicht zusammen, ja es ersetzen sich grössere Substanzverluste, selbst ganze Knochen, wenn die Beinhaut derselben geschont wird; auch accidentelle Knochenbildung ist sehr gewöhnlich.

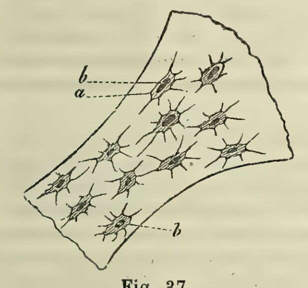


Fig. 37.

Das Knochengewebe findet sich einmal in den Knochen des Skelettes, zu denen auch die Gehörknöchelchen und das Zungenbein gehören, zweitens in den Knochen des Muskelsystems, wie den Sesambeinen und den Ossificationen von Sehnen, drittens in der Knochenkruste (*Substantia osteoidea)* oder dem Cement der Zähne. Manche Knorpel ossificiren ziemlich regelmässig im Alter, wie die Rippen- und Kehlkopfsknorpel.

Als Modification des Knochengewebes lässt sich das Zahnbein oder Elfenbein betrachten, in welchem statt vereinzelter Knochenhöhlen lange Canälchen, die Zahncanälchen, sich finden und ausserdem auch in chemischer Beziehung einige Abweichungen sich ergeben. Die Entwickelungsgeschichte des Elfenbeins führt dahin, dasselbe für eine Knochensubstanz zu halten, deren Zellen direct zu langen Röhrchen ausgewachsen sind, die durch feine Ausläufer mit einander anastomosiren, eine Auffassung, welche auch die zahlreichen, bei Thieren zu beobachtenden Uebergänge zwischen dem typischen Elfenbein und dem Knochengewebe erklärt (Siehe unten bei den Zähnen).

Bei den Wirbelthieren sind Knochen weiter verbreitet als beim Menschen und finden sich solche in der Haut (Gürtelthiere, Schildkröten, Eidechsen z. Th., gewisse Batrachier, Fische), im Herzen (der Herzknochen der Wiederkäuer und Pachydermen, von *Emys europaea (Bojanus)*), im Muskelsystem (Zwerchfellknochen des Kameeles, Lama und Igels, ossificirte Sehnen der Vögel, Gräthen der Fische), im Auge (Scleroticalring vieler Fische), in der äussern Nase (Rüsselknochen der Schweine und Maulwürfe,

Fig. 37. Eine Knochenfaser aus der Apophyse mit deutlich sichtbaren Knochenzellen und Kernen. Mit Wasser gekocht und 350mal vergr.

Os praenasale der Faulthiere), in der Zunge (*Os entoglossum* der Fische und Vögel), in den Respirationsorganen (Kehlkopf-, Tracheal- und Bronchialknochen vieler Vögel), in den Geschlechtsorganen (Penisknochen der Säuger), im Knochensystem (*Ossa sterno-costalia* der Vögel und einiger Säugethiere). Die Knochenzellen sind bei Thieren meist wie beim Menschen, doch zeichnen sich dieselben an vielen Orten (Fische, Amphibien z. Th.) durch eine grosse Länge aus, an andern durch die geringe Entwickelung ihrer Ausläufer (*Sclerotica* von *Thymus*, *H. Müller*). Knochen ohne Knochenzellen fand ich bei *Helmichthys* und *Leptocephalus* am Skelet, und dürften auch viele Schuppen von Fischen als solche aufzufassen sein. — Bei Wirbellosen findet sich nirgends ächter Knochen und dienen hier als Surrogate die sogenannten Kalkskelette, die vorwiegend aus kohlensaurem Kalk bestehen und als Incrustationen von homogenen Geweben und Zellenparenchymen, als festwerdende Ausscheidungen von Kalk oder als Ablagerungen von Kalkconcretionen in verschiedene Gewebe auftreten. — Die Verbreitung der Zähne ist auf die 3 bekannten Wirbelthierklassen beschränkt. Bei den Plagiostomen kommen den Zähnen im Bau ganz gleiche Gebilde auch als Stacheln in der Haut vor.



Fig. 38.

In rachitischen Knochen gehen, wie ich im Jahr 1847 gezeigt, und wie später *Virchow*, *Rokitansky*, *H. Müller* u. A. bestätigt haben, die Knorpelzellen in eigenthümliche, den wahren Knochenzellen ähnliche Bildungen über, nur dass dieselben von den erhärteten Knorpelkapseln umgeben sind. Der aus dieser Beobachtung gezogene Rückschluss auf die normale Ossification, dem fast alle Histiologen Beifall gezollt haben, ergiebt sich jedoch nach *H. Müller's* Untersuchungen als nicht begründet, indem unter normalen Verhältnissen die Knorpelzellen nie zu wirklichen Knochenkörperchen sich zu gestalten scheinen.

Literatur. *Deutsch, de penitiori ossium structura Observationes. Diss. Vrat.* 1834; *Miescher, de inflammatione ossium eorumqne anatome generali. Accedunt observat. auct. J. Müller. Berol.* 1836; *Schwann*, Artikel Knochengewebe in Berl. encyclop. Wörterb. der med. Wiss. Bd. 20. S. 102. *Tomes*, Artikel *Osseous tissue* in *Cyclop. of Anat. III*; *Kölliker*, Ueber Verknöcherung bei Rhachitis in Mittheil. der Zür. nat. Ges. 1847. p. 73; *H. Meyer*, der Knorpel u. s. Verknöch. in *Müll.* Arch. 1849. p. 292; *A. Brandt, Disquis. de ossificat. processu. Dorp.* 1852; *Bruch*, Beitr. z. Entw. d. Knochensystems, Denkschr. d. schweiz. Nat. Ges. XII. 1853; *Virchow*, das normale Knochenwachsthum und die rhach. Stör. desselben in s. Arch. V. p. 409; *J. Tomes and Campbell de Morgan Obs. on the struct. a. developm. of bone in Phil. trans.* 1853. *I. p.* 109.; *H. Müller*, Beiträge zur Kenntniss der Entwickelung d. Knochengewebes in Zeitschr. f. w. Zool. IX. Heft II. Ausserdem die in §. 26 citirte Arbeit von *Hoppe*.

III. Muskelgewebe.

§. 31.

Allgemeiner Character desselben. Je weiter unsere Kenntnisse der contractilen Gewebe fortschreiten, um so mehr ergiebt es sich, dass die scharfe Trennung, die man bisher zwischen glatten und quergestreiften, animalen und vegetativen Muskelfasern angenommen hat, nicht länger festgehal-

Fig. 38. Sechs in der Entwickelung begriffene, noch von der Grundsubstanz scharf abgegrenzte Knochenkapseln aus einem rachitischen Knochen. *a.* Einfache Knochenkapseln, *b.* zusammengesetzte, einer Mutterkapsel mit zwei Tochterkapseln entsprechend, *c.* eben solche aus drei Kapseln entstanden, 300 mal vergr.

ten werden kann. Es haben nämlich die Untersuchungen der letzten Jahre gelehrt, dass der alte Satz, dass die Elemente der glatten Muskeln der Wirbelthiere einer einzigen Zelle entsprechen, die der animalen Muskeln dagegen einer verschmolzenen Reihe von solchen nicht mehr stichhaltig ist, indem es immer wahrscheinlicher wird, dass alle quergestreiften Muskeln von Wirbelthieren und die denselben als gleichwerthig aufgefassten Muskelfasern der Wirbellosen ohne Ausnahme — abgesehen von den Muskelnetzen — den Werth einfacher Zellen haben, so dass somit genetisch alle Muskelfasern wesentlich dieselbe Bedeutung hätten. Da nun auch die Physiologie einer Trennung entgegen ist, indem kaum bezweifelt werden kann, dass die wesentlichen Unterschiede, die in den Functionen der animalen und vegetativen Muskeln sich finden, nicht aus dem Mangel oder der Existenz einer Querstreifung, sondern aus ihren Beziehungen zum Nervensysteme sich erklären, und selbst in chemischer Beziehung keine Differenzen zwischen den verschiedenen contractilen Elementen bekannt sind, so folgt wohl mit Sicherheit, dass man allen Grund hat, dieselben in Eine Gruppe zusammenzustellen. Immerhin scheint es mir, namentlich mit Rücksicht auf den Menschen und die höhern Thiere, gerechtfertigt, als Unterabtheilungen dieser die bekannten zwei beizubehalten und als Eintheilungsprincip die Genese zu benutzen, die ich schon bei meinen ersten Untersuchungen über die glatten Muskeln voranstellte. Wenn nämlich auch in den Formen der contractilen Elemente eine grosse Mannigfaltigkeit herrscht, so ist doch einleuchtend, dass die überwiegend grosse Mehrzahl derselben in zwei Abtheilungen zerfällt, 1) meist kürzere Fasern, die nur Einen Kern enthalten und 2) gewöhnlich längere Elemente, die ihrer zahlreichen Zellenkerne wegen doch wenigstens physiologisch eine ganze Zellenreihe darstellen. Da nun an dieses Verhältniss vielleicht der wichtigste Unterschied, der abgesehen von den Beziehungen zum Nervensystem zwischen den contractilen Elementen herrscht, gebunden ist, der nämlich, dass die einen Muskeln mit ihren kleinsten Abschnitten zu selbständigen Leistungen befähigt sind, die andern nur zu totalen Contractionen, so sehe ich mich um so mehr bewogen als Unterabtheilungen des Muskelgewebes 1) die der contractilen Zellen und 2) diejenige der contractilen Fasern festzuhalten.

Schon in der ersten Auflage dieses Werkes (pag. 67) habe ich darauf hingewiesen, dass die Kluft zwischen den beiden Arten des Muskelgewebes nicht so gross sei, als man gewöhnlich glaube, namentlich gestützt auf das Vorkommen von quergestreiften Muskelzellen im Herzen der Wiederkäuer und von glatten Muskelfasern bei Wirbellosen, die eine ganze Zellenreihe repräsentiren, und dasselbe geschah ein Jahr später von *Leydig* (Unters. ü. Fische u. Reptilien 1853. p. 144), nachdem er im *Truncus arteriosus* des Salamanders und Proteus, auch zum Theil an der Carotidendrüse des Frosches quergestreifte Faserzellen aufgefunden hatte, welche übrigens schon früher von *Virchow* aus einer pathologischen Neubildung beschrieben worden waren (siehe m. Mikr. Anat. II. 1. p. 549). Jetzt sind zu diesen Thatsachen andere noch wichtigere getreten, nämlich der Nachweis, erstens dass die glatten Muskelfasern der Wirbellosen, die bisher allgemein den quergestreiften Fasern genetisch an die Seite gestellt wurden, einkernige Faserzellen sind und zweitens, dass auch die quergestreiften Fasern der Wirbelthiere die Bedeutung einfacher ungemein vergrösserter Zellen haben. Erstere anlangend, so hatten zwar schon *Agassiz*, *H. Müller*, ich selbst, *Gegenbaur* und *Leuckart* das Vorkom-

men von einfachen Faserzellen bei Quallen und Cephalopoden dargethan, doch war hierdurch die Anschauung noch nicht zum Durchbruch gekommen, dass solche Elemente bei Wirbellosen allgemein verbreitet sind, wie am besten die spätern Arbeiten von *Gegenbaur*, *Leydig* und *Semper* lehren, und war es daher nicht überflüssig, dass ich (Würzb. Verh. VIII. p. 106) die grosse Verbreitung einkerniger contractiler Faserzellen bei dieser Thierabtheilung nachwies. Von quergestreiften Muskelfasern haben schon vor Jahren *Prévost* und *Lebert* (*Ann. d. sc. nat.* 1844) für den Frosch angegeben, dass dieselben einfach verlängerte Zellen seien, ebenso ein Jahr später auch *Remak (Fror. Not.* 1845. *Nr.* 767), doch waren diese Behauptungen etwas aphoristisch und fanden daher wenig Glauben, um so mehr da von verschiedenen Seiten neue Angaben zu Gunsten der *Schwann*'schen Theorie bekannt wurden, wie von mir über den Menschen und von *Leydig* über die Plagiostomen. Als jedoch *Remak* im Jahr 1855 seine schönen Abbildungen über die Muskelfasern der Froschlarven bekannt gemacht hatte (Unters. Heft III. Tab. IX. Fig. 24. Tab. XI. p. 154), trat diese Angelegenheit in ein neues Stadium, um so mehr, als nun auch von Wirbellosen durch *Leuckart* und mich gezeigt wurde, dass selbst einkernige contractile Faserzellen eine colossale Länge und einen Bau erlangen können, der von dem der quergestreiften Fasern wenig mehr abweicht. Ich sprach mich daher auch schon an dem vorhin citirten Orte in einem den *Remak*'schen Anschauungen günstigen Sinne aus, obgleich, wie auch *Remak* zugiebt (l. c. p. 194), selbst beim Frosch noch nicht alle Zweifel gelöst sind und für die quergestreiften Muskelfasern der Säuger, Vögel, Fische und Wirbellosen noch keine derartigen Beobachtungen vorlagen. Seit dieser Zeit habe ich nun Gelegenheit gehabt beim Menschen und bei Batrachiern die Entwickelung der quergestreiften Fasern aus einkernigen Zellen zu beobachten (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. IX., siehe in ds. Werk §. 88) und halte ich mich aus diesem Grunde nun allerdings für berechtigt die Einzelligkeit der quergestreiften Fasern zu vertheidigen. Nichts desto weniger halte ich es — da ja auch in den Muskelnetzen Verschmelzungen von Zellen vorkommen, nicht für unmöglich, dass auch da und dort bei geraden Muskelfasern etwas der Art vorkomme, nur wird nach dem jetzigen Stande der Dinge diese Möglichkeit nun nicht mehr weiter betont werden dürfen, so lange als nicht die bestimmtesten thatsächlichen Beweise für dieselbe vorliegen.

§. 32.

Gewebe der contractilen Zellen oder der glatten Muskeln. Die glatten, auch vegetativen oder organischen Muskeln bestehen wesentlich aus mikroskopischen, meist spindelförmigen, seltener kurzen und mehr breiten, cylindrischen oder leicht abgeplatteten Fasern, den von mir sogenannten contractilen oder muskulösen Faserzellen. Jedes dieser Elemente, im Mittel von 0,02—0,04''' Länge, 0,002—0,003''' Breite, hat die Bedeutung einer verlängerten Zelle, lässt jedoch, mit wenigen Ausnahmen (*Uterus gravidus*, Wirbellose) keine Differenz zwischen Inhalt und Hülle erkennen, sondern besteht aus einer scheinbar gleichartigen, manchmal fein granulirten oder schwach streifigen Substanz, in der ohne Ausnahme in der Mitte der Faser ein meist stäbchenförmiger, langer aber hohler, centraler Zellenkern sich befindet, der nach *Gerlach* an den Faserzellen der mittleren Arterienhaut durch Carmin sich färbt. Diese Faserzellen vereinen sich unter Mitwirkung eines nicht direct zu beobachtenden Bindemittels zu platten oder rundlichen Strängen, den Bündeln der glatten Muskeln, welche dann durch zarte Hüllen von Bindegewebe und feinen elastischen Fasern, eine Art Perimysium, zu grössern Massen sich verbinden, in denen zahlreiche Gefässe und eine verhältnissmässig geringe Zahl von Nerven sich ausbreiten. In chemischer Beziehung bestehen die Hauptelemente der glatten Muskeln aus

einer stickstoffhaltigen, dem Faserstoff verwandten Substanz, dem sogenannten Muskelfibrin oder Syntonin *(Lehmann)*, welche nach den bisherigen Erfahrungen von dem Blutfaserstoff nur dadurch sich unterscheidet, dass sie in Salpeterwasser und kohlensaurem Kali nicht, wohl aber in verdünnter Salzsäure und zwar sehr leicht sich auflöst. Die physiologische Bedeutung der glatten Muskeln liegt in ihrem Zusammenziehungsvermögen, durch welches dieselben namentlich die Functionen der Eingeweide sehr wesentlich unterstützen und an denselben, vermöge der Kürze ihrer Elemente, auch ganz locale Formveränderungen bedingen. Die Entwickelung ihrer Elemente geschieht einfach durch Verlängerung runder Zellen und Vereinigung von Membran und Inhalt derselben zu einer gleichartigen weichen Masse. Der Stoffwechsel darf in den glatten Muskeln als lebhaft angenommen werden, wie vor allem die neuern Untersuchungen über die die glatten Muskeln durchziehende Flüssigkeit lehren, die nach *Lehmann* grösstentheils sauer reagirt und neben Milchsäure, Essigsäure und Buttersäure auch Kreatin und Inosit enthält, ausserdem aber auch das häufige Vorkommen physiologischer (im Uterus) und pathologischer Hypertrophien und Atrophien derselben beweist. Ob glatte Muskeln sich regeneriren oder Substanzverluste durch ein ähnliches Gewebe ersetzen, ist unbekannt, dagegen scheinen Neubildungen derselben in Geschwülsten des Uterus vorzukommen.

Das glatte Muskelgewebe bildet im menschlichen Körper nirgends grössere isolirte Muskeln, wie dies z. B. bei den Mastdarmruthenmuskeln der Säugethiere der Fall ist, sondern findet sich entweder zerstreut im Bindegewebe oder in Form von Muskelhäuten. In beiden Fällen erscheint dasselbe mit seinen Bündeln entweder parallel neben einander gelagert oder zu Netzen vereint, und steht auch beim Menschen an manchen Orten mit Sehnen aus elastischem Gewebe in Verbindung, wie sie zuerst von mir an den Trachealmuskeln und an den Hautfedermuskeln der Vögel aufgefunden worden sind. Seine Verbreitung ist folgende:

1) Im Darmcanal bildet das glatte Muskelgewebe einmal die *Musculosa* von der untern Hälfte der Speiseröhre an, wo glatte Bündel noch mit quergestreiften Fasern vermischt sind, bis zum *Sphincter ani internus*, zweitens die Muskellage der Schleimhaut, von der Speiseröhre an bis zum *Anus*, und drittens einzelne Muskelbündel in den Zotten.

2) In den Respirationsorganen erscheint eine glatte Muskellage in der Trachea an der hintern Wand und begleitet als vollständige Ringfaserhaut die Bronchien bis zu den feinsten Aestchen.

Fig. 39. Muskulöse Faserzelle aus dem Dünndarm des Menschen.

Fig. 40. Muskulöse Faserzelle aus der fibrösen Hülle der Milz des Hundes, 350mal vergrössert

3) Bei den **Speicheldrüsen** findet sich dieses Gewebe einzig und allein im *Ductus Whartonianus* und auch hier nur spärlich und in unvollkommener Lage.

4) Die **Leber** hat eine vollständige Muskellage in der Gallenblase und spärliche glatte Muskeln auch im *Ductus choledochus.*

5) Die **Milz** besitzt bei vielen Thieren in der Hülle und in den Trabekeln, gemischt mit Bindegewebe und elastischen Fasern, die hier besprochene Muskelart.

6) In den **Harnwerkzeugen** treten die glatten Muskeln in den Nierenkelchen und im Nierenbecken auf, bilden in den Ureteren und der Harnblase eine vollständige Muskelschicht, finden sich dagegen nur noch spärlich in der Urethra.

7) Die **weiblichen Geschlechtsorgane** haben glatte Muskeln in den Eileitern, dem Uterus, wo ihre Elemente bei der Schwangerschaft ungemein sich entwickeln und bis $\frac{1}{4}'''$ Länge erreichen, der Scheide, den cavernösen Körpern der äussern Genitalien und in den breiten Mutterbändern an verschiedenen Orten.

8) In den **männlichen Sexualorganen** finden sich dieselben in der *Tunica dartos*, zwischen der *Vaginalis communis* und *propria,* im Nebenhoden, *Vas deferens*, den Samenbläschen, der *Prostata*, um die *Cowper*'schen Drüsen herum und in den *Corpora cavernosa* des Penis.

9) Im **Gefässsystem** finden sich glatte Muskeln in der *Tunica media* aller, vor allem der kleineren Arterien, dann der meisten Venen, der Lymphgefässe mit Ausnahme der feinsten, ferner in den Lymphdrüsen (*Heyfelder*), endlich in der *Adventitia* mancher Venen. Die Elemente sind bei Gefässen von mittlerem Kaliber überall spindelförmige Faserzellen, bei den grössern Arterien dagegen kürzere Plättchen, die oft gewissen Formen des Pflasterepithels ähnlich werden, und an den kleinsten Arterien mehr länglichrunde, selbst rundliche Zellen, welche beide Formen als mehr unentwickelte zu betrachten sind.

10) Im **Auge** bilden glatte Muskeln den Sphincter und *Dilatator pupillae* und den *Tensor chorioideae.*

11) In der **Haut** endlich zeigt sich dieses Gewebe ausser in der *T. dartos*, in der Form kleiner Muskelchen an den Haarbälgen, dann im Warzenhof und in der Brustwarze und an vielen Schweiss- und den Ohrenschmalzdrüsen.

Man hielt die Elemente der glatten Muskeln früher allgemein für lange, viele Kerne haltende Bänder und liess sie, wie die quergestreiften Fasern, durch Verschmelzung vieler an einander gereihten Zellen entstehen. Im Jahr 1847 zeigte ich, dass dem nicht so ist, dass vielmehr die Elemente dieser Muskeln nur einfache, modificirte Zellen sind und wies zugleich nach, dass diese contractilen Faserzellen überall vorkommen, wo man bisher contractiles Bindegewebe angenommen hatte und auch sonst noch an manchen Orten sich finden, wo man sie nicht vermuthete. Diese meine Angaben sind, trotz anfänglicher Widersprüche von gewissen Seiten, jetzt allgemein bestätigt, wozu *Reichert* durch Auffindung eines Reagens, das auch dem minder Geübten die contractilen Faserzellen leicht zu isoliren erlaubt, der Salpeter- und der Salzsäure von 20% (*Müller's* Archiv 1849 und *Paulsen*, *observ. microchem.* 1849) und *Lehmann* durch seine chemischen Untersuchungen dieses Gewebes (Physiol. Chemie III.) das ihrige beigetragen haben. Wenn ich dieselben jetzt als **einkernige** Faserzellen den **vielkernigen**

Muskelfasern gegenüberstelle, so will ich damit keine scharfe Trennung ausgesprochen haben. Ich habe schon in meinen ersten Abhandlungen über diese Elemente (Zeitschr. f. w. Zool. I. p. 81, Zürch. Mitth. I. p. 20) erwähnt, dass die Kerne auch doppelt, ja selbst zu vieren vorhanden sein können, was *Remak* vor Kurzem bestätigt hat (l. c. p. 177). Immerhin ist zu bemerken, dass ein solches Verhalten sehr selten ist und dass diese mehrfachen Kerne immer dicht beisammen in der Mitte der Fasern liegen. — Contractile Faserzellen kommen bei allen vier Wirbelthierclassen vor und sind auch bei Wirbellosen häufig. — Ihr Vorkommen bei den Wirbelthieren ist zum Theil eigenthümlich und will ich hier noch folgende Orte namhaft machen, wo sie sich finden: In der Haut der Vögel als Muskelchen der Contourfedern hier mit Sehnen aus elastischem Gewebe, in derjenigen des Orang an den Haarbälgen, wie beim Menschen, in der *Iris* der Fische, in der *Campanula Halleri* der Knochenfische (*Leydig*), im Trommelfell des Frosches (*Leydig*), in der Schwimmblase der Fische, in den Lungen des Frosches (bei *Triton* fehlen sie hier), im Gekröse der Plagiostomen, von *Gobius niger*, von *Psammosaurus*, *Salamandra*, *Siredon*, *Lacerta agilis*, *Testudo graeca* (nicht bei *Rana temporaria*, *Ceratophrys dorsata*, *Bufo variabilis* und *Proteus*) und *Leposternon* (*Leydig* und *Brücke*), in den Schläuchen der Kloakendrüse des Salamanders (*Leydig*), Hautdrüsen der Frösche z. Th. (*Hensche*), Rückenhaut von *Pipa dorsigera* (*Leydig*), in den Mastdarmruthenmuskeln der Säuger, im Amnios der Hühnerembryonen (*Remak*, ich), in der Fleischtroddel des Puters (*Leydig*). Im Muskelmagen der Vögel sind diese Muskeln lebhaft roth und mit einer Sehnenhaut in Verbindung. — Bei Wirbellosen sahen einkernige Faserzellen *Agassiz* bei Scheibenquallen, *Gegenbaur* und *ich* bei *Siphonophoren*; *H. Müller* bei *Cephalopoden*, *Leuckart* bei *Heteropoden*, *ich* bei *Radiaten*, *Acephalen*, *Anneliden* und vielen *Cephalophoren* und wird es demzufolge wahrscheinlich, dass dieselben hier sehr verbreitet sind. Bemerkenswerth ist, dass wo sie vorkommen, sie auch die willkürlichen Muskeln bilden, womit auch der complicirte Bau, den sie häufig darbieten, wie namentlich am *Pharynx* der Mollusken, zusammenhängen mag. Sehr häufig unterscheidet man an ihnen noch Sarcolemma (die Zellmembran), einen längsstreifigen Inhalt und viele interstitielle Körnchen (Siehe §. 33), die oft so regelmässig stehen, dass eine Art Querstreifung entsteht (Quallen z. Th., Herz der Cephalopoden). Auch Verästelungen sind an denselben beobachtet.

Literatur. *Kölliker*, Ueber den Bau und die Verbreitung der glatten Muskeln, in Mitheil. d. naturf. Gesellschaft in Zürich 1847. S. 18, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I. 1849 und Würzb. Verh. Bd. VIII. p. 109; *C. R. Walther*, *Nonnulla de musculis laevibus, Diss. Lips.* 1851; *Treitz* in Prag. Viertelj. 1853. Bd. I. p. 113; *Mazonn* in *Müll.* Arch. 1854; (Viele irrthümliche Angaben).

§. 33.

Gewebe der Muskelfasern oder quergestreiften Muskeln. Die Elemente dieses Gewebes bestehen wesentlich aus den sog. Muskelfasern oder Muskelprimitivbündeln, von denen jede ein von einer besonderen, homogenen, zarten, elastischen Hülle, dem Sarcolemma umschlossenes, 0,004 bis 0,03''' dickes Bündel feiner Fibrillen darstellt. Diese letztern sind meist regelmässig streifig, so dass sie wie aus vielen hintereinander liegenden Stückchen zu bestehen scheinen und ein quergestreiftes Ansehen der Muskelfasern bedingen, oder dieselben erscheinen mehr glatt und dann sind auch die Primitivbündel der Länge nach gestreift. Ausser diesen Fibrillen enthalten die Muskelfasern, wie ich vor kurzem nachgewiesen habe, eine besondere interstitielle Substanz in Form von zahlreichen blassen, reihenweise zwischen den Fibrillen liegenden Körnchen und eine bedeutende Zahl rundlicher oder verlängerter Zellenkerne, die beim Menschen an der Innenfläche des Sarcolemma anliegen. — Die Vereinigung der Muskelfasern

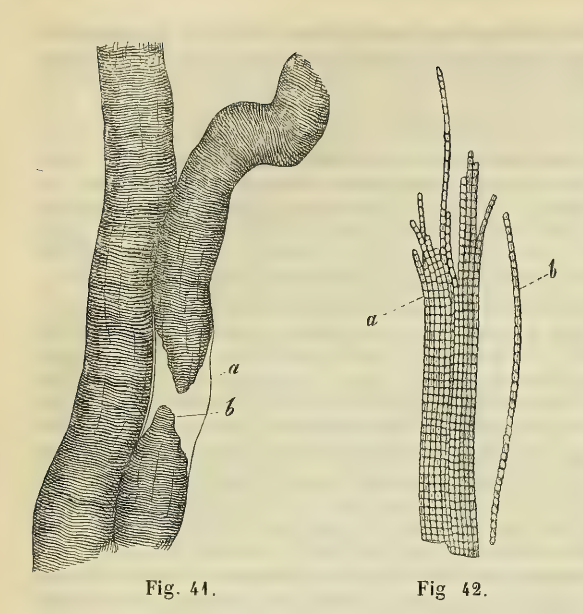


Fig. 41. Fig 42.

zu den Muskeln und Muskelhäuten kommt so zu Stande, dass dieselben entweder parallel neben einander sich lagern oder zu wirklichen Netzen quergestreifter Muskelfasern sich verbinden. Hierbei werden dieselben von zartern oder festern Hüllen von Bindegewebe, dem sog. *Perimysium*, dem immer feinere elastische Fasern und häufig auch Fettzellen beigemengt sind, umschlossen und von zahlreichen Blutgefässen und Nerven umsponnen.

In chemischer Beziehung stimmt die Hauptmasse der quergestreiften Muskelfasern mit dem im vorigen §. bezeichneten Syntonin vollkommen überein. Das Sarcolemma ist in Alkalien und Säuren sehr resistent, während die Kerne den gewöhnlichen Character dieser Gebilde darbieten. Aus den Muskeln lässt sich eine Flüssigkeit von saurer Reaction auspressen, in welcher *Liebig* und *Scherer* eine interessante Reihe stickstoffloser und stickstoffhaltiger Zersetzungsproducte des Muskelgewebes aufgefunden haben.

Die quergestreiften Muskelfasern sind in hohem Grade contractionsfähig und vermögen bei ihrer Länge sehr bedeutende Totaleffecte zu vermitteln. Dieselben entstehen durch einfache Verlängerung runder oder durch Verschmelzung sternförmiger Zellen, deren Inhalt zu einer homogenen halbweichen Masse sich umwandelt und dann in Fibrillen zerfällt. — Einmal angelegt wachsen die Muskelfasern durch Verlängerung und Verdickung ihrer Elemente unter fortgesetzter energischer Vermehrung der ursprünglichen Zellenkerne und besitzen im fertigen Zustande einen sehr energischen Stoffwechsel, der namentlich auch durch die mannigfachen berührten Zersetzungsproducte derselben sich kund giebt, sowie durch den Umstand, dass durch Aufhebung der Circulation in ihnen ihre Leistungsfähigkeit in kurzer Zeit erlischt. Muskelwunden heilen nie durch quergestreifte Muskelsubstanz, dagegen findet sich, wenn auch sehr selten, eine accidentelle Bildung dieses Gewebes.

Quergestreiftes Muskelgewebe findet sich in folgenden Theilen:

1) In den Muskeln des Stammes und der Extremitäten, in den äussern Muskeln des Auges und in allen Ohrmuskeln.

Fig. 41. Zwei Muskelfasern des Menschen, 350mal vergr. In der einen ist das Fibrillenbündel *b* gerissen und das Sacrolemma *a* als leere Röhre zu sehen.

Fig 42. Primitivfibrillen aus einem Primitivbündel des Axolotl *(Siredon pisciformis)*. *a*. Ein kleines Bündel von solchen. *b*. Eine isolirte Fibrille, 600mal vergr.

2) In den Muskeln mancher Eingeweide, als da sind: Der Kehlkopf, Pharynx, die Zunge und Speiseröhre (obere Hälfte), das Mastdarmende *(Sphincter externus, Levator ani)*, die Genitalien *(Bulbo-Ichiocavernosus, Urethralis transversas, Transversi perinei, Cremaster*, Muskelfasern der runden Mutterbänder zum Theil).

3) In gewissen Theilen des Gefässsystems und zwar im Herzen und in den Wänden der in dasselbe einmündenden grossen Venen.

Nicht alle Muskelfasern der Thiere bestehen aus Bündeln quergestreifter Fibrillen, vielmehr zeigt sich bei denselben eine Reihe anderer Formen, die sich am besten in folgende Gruppen bringen lassen:

1) Muskelfasern ohne Querstreifen und sonstige Andeutung einer weitern Zusammensetzung (Flügelmuskeln der Libellen, *Aubert*).

2) Muskelröhren mit einer Hülle, einer halbweichen, homogenen oder körnigen, derselben anliegenden Rindenschicht und einer flüssigen oder körnigen, manchmal längs- und quergestreiften oder Kerne haltenden Centralmasse. (Muskeln von Petromyzon z. Th., gewisse Muskeln [der Seitenlinie, am Spritzloch] von Plagiostomen und Knochenfischen), Muskeln der Hirudineen, Lumbricinen, falls sie hierher gehören, gewisse Muskelfasern (Herz z. B.) der Decapoden.

3) Eben solche Muskelröhren mit quergestreifter Rindenlage ohne deutliche Fibrillen. (Manche Muskelfasern der sub 1 erwähnten Fischmuskeln).

4) Muskelfasern ohne Höhlung im Innern, mit einem Sarcolemma und einem quergestreiften Inhalt, der nicht in Fibrillen, aber manchmal in Scheiben *(discs Bowman)*, zerfällt (Salpen, viele Gliederthiere).

4) Eben solche Muskelfasern, die leicht in Fibrillen sich auflösen, (Die meisten Wirbelthiere, Muskeln der Gliederthiere z. Th.)

Alle diese Formen begreifen sich leicht, wenn man die Genese der wirklichen quergestreiften Muskelfasern bei höhern Wirbelthieren kennt (siehe im speciellen Theile bei den Muskeln), und kann ich mit der Vermuthung von *Stannius* (Gött. Nachr. 1851, 18), dass die quergestreiften Muskelfasern nach mehreren wesentlich verschiedenen Typen sich entwickeln, nicht übereinstimmen.

Muskelfasern von der Bedeutung der gestreiften sind weit verbreitet. Bei Wirbelthieren finden sich solche Muskeln in der Speiseröhre einiger Säuger und der Plagiostomen, im Darm der *Tinca chrysitis*, im Magen von *Cobitis fossilis*, um die Giftdrüse der Schlangen, um die Moschusdrüsen der Schildkröten und Crocodile *(Peters)* und im contractilen Gaumenorgan der Karpfen, in der Haut der Säugethiere, Vögel, Schlangen und ungeschwänzten Batrachier (sogenannte Hautmuskeln), an den Spürhaaren der Säuger, im Endocard der Wiederkäuer (in Form bündelweise vereinigter polygonaler Zellen), in den Lymphdrüsen vieler Vögel und der Amphibien, in der Atrioventricularklappe des rechten Herzens der Vögel und von Ornithorhynchus, an der untern Hohlvene von Phoca, dicht über dem Diaphragma, im innern Auge der Vögel und beschuppten Amphibien, um die *Cowper*'schen und Analdrüsen der Säuger. Bei manchen Fischen sind die interstitiellen Körner normal durch Fettkörner vertreten, die in einigen Fällen ungemein zahlreich und gross sind. — Bei den Gliederthieren gehören wahrscheinlich fast alle Muskeln in diese Kategorie, mögen sie nun Querstreifen haben oder nicht, und finden sich dieselben daher auch am Herzen, am Darm, den Genitalien und zwar bei vielen deutlich quergestreift.

Das Anastomosiren der Muskelprimitivbündel, das schon *Leeuwenhoek* kannte und welches ich beim Herzen des Frosches wieder aufgefunden, ist nun schon an vielen Orten gesehen worden und scheint dasselbe für die Blut- und Lymphherzen aller Thiere und für die Muskeln der Wirbellosen, namentlich diejenigen der Vegetations- und Generationsorgane constant zu sein *(Hessling, Leydig, Gegenbaur, Leuckart, ich)*, nur dass hier häufig statt ausgebildeter Fasern, Netze sternförmiger Zellen sich finden. Einfache stärkere oder schwächere z. Th. sehr schöne baumförmige Verästelungen von Muskelfasern, die *Corti* und ich in der Zunge des Frosches

sahen, sind dagegen selten und sonst nur noch gesehen bei *Artemia salina*, in der Kopf- und Fussscheibe von *Piscicola (Leydig)*, im Schwanze von Froschlarven (Mikr. Anat. II. 1. Fig. 65), in der Zunge von Säugern *(Salter)*, in der Lippe der Ratte *(Huxley)*, in der Schnautze der Schweine und Hunde *(Leydig)*.

Literatur. *W. Bowman, Article muscle and muscular motion* in *Todd's Cyclop. of Anatomy* und *On the minute structure of voluntary muscle*, in *Phil. Trans.* 1840. *II.* 1841. *I.*; *J. Holst, De structura musculorum in genere et annulatorum musculis in specie, Dorp.* 1846; *M. Barry*, Neue Unters. über die schraubenförmige Beschaffenheit der Elementarfasern der Muskeln, nebst Beobachtungen über die muskulöse Natur der Flimmerhärchen (*Müll.* Arch. 1850. S. 529); *Leydig*, über Tastkörperchen und Muskelstructur in *Müll.* Arch. 1856; *Kölliker*, Bemerkungen über den Bau der Muskeln in Zeitschr. f. w. Zool. VIII. *Rollett*, Unters. z. näh. Kenntn. d. Baues der quergestreiften Muskelfasern in Wiener Sitzungsber. 1857. p. 291.; *E. Häckel* in *Müll.* Arch. 1857. p. 486.

IV. Nervengewebe.

§. 34.

Die wesentlichen Elemente des Nervengewebes sind zweierlei, Nervenröhren und Nervenzellen. Die Nervenröhren oder Nervenprimitivfasern sind entweder markhaltige oder marklose. Die erstern bestehen aus drei Theilen, einer structurlosen zarten Hülle, Scheide der Primitivröhren, einer im Centrum gelegenen weichen aber elastischen Faser, der centralen oder Axenfaser (Axencylinder *Purkyně*, Primitivband *Remak*) und einer zwischen beiden befindlichen zähflüssigen weissen Schicht, der Markscheide. In den marklosen Fasern, die beim Menschen nur in gewissen peripherischen Endausbreitungen (*Retina*, Gehörorgan, Geruchsorgan, *Cornea*, *Pacini*'sche Körperchen) sich finden, umschliesst die structurlose Hülle nichts als eine gleichartige oder fein granulirte helle Substanz, welche mit der centralen Faser der andern Röhren übereinzukommen scheint, auf jeden Fall derselben analog gesetzt werden kann, so dass mithin diesen Fasern die Markschicht fehlen würde. — Die Nervenprimitivfasern beider Art finden sich in sehr verschiedenen Dimensionen und können hiernach als feine von 0,0005 — 0,002‴, mitteldicke von 0,002—0,004‴ und dicke von 0,004—0,01‴ unterschieden werden. Ihr Verlauf ist entweder ein isolirter, so dass eine Faser vom Centrum bis zur Peripherie verläuft, oder es theilen sich dieselben, vorzüglich in ihrer Endausbreitung, in eine grössere oder kleinere Zahl von Aesten oder endlich bilden dieselben

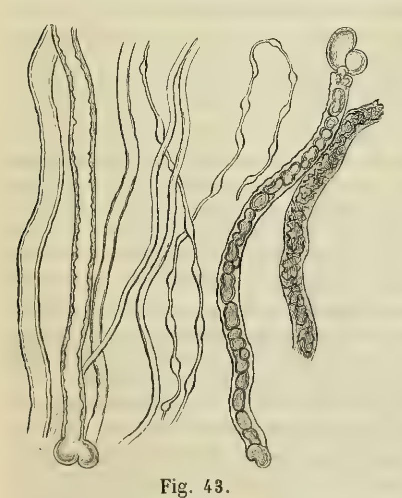


Fig. 43.

Fig. 43. Nervenröhren des Menschen, 350mal vergr., und zwar vier feine, davon zwei varicös, eine mitteldicke, einfach contourirte und vier dicke, davon zwei doppelt contourirt und zwei mit krümlichem Inhalt.

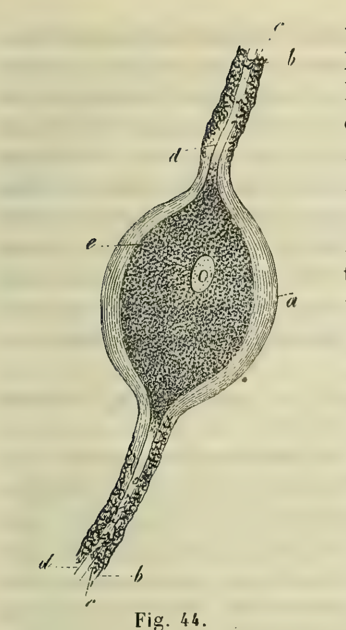


Fig. 44.

wirkliche Anastomosen und Netze — Alle Nervenfasern stehen mit Nervenzellen in Verbindung, so dass sie entweder von denselben entspringen oder in ihrem Verlauf durch eingeschobene Ganglienzellen unterbrochen werden. Diese Nervenzellen oder, wie sie in den Ganglien heissen, Ganglienzellen, Ganglienkugeln, sind mit den gewöhnlichen Attributen der Zellen begabt. Ihre Membran zeigt nichts besonderes, ausser dass sie häufig sehr zart ist, ja selbst, wie in den grossen Centralmassen, nachträglich vielleicht ganz schwindet. Der Inhalt ist fein granulirt, festweich, sehr häufig pigmentirt und umschliesst ohne Ausnahme einen zierlichen bläschenförmigen Kern mit grossem *Nucleolus*. In der Grösse variiren die Nervenzellen von 0,003—0,040‴ und was ihre Formen anlangt, unterscheiden sie sich vorzüglich in runde, spindelförmige und sternförmige. Die beiden letzten Arten entstehen

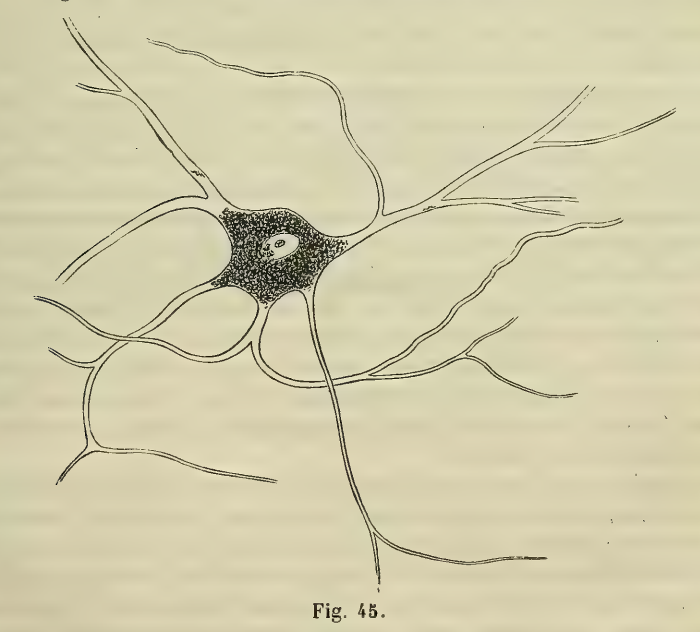


Fig. 45.

Fig. 44. Ganglienkugel vom Hecht (sogenannte *bipolare*) die an zwei Enden in dunkelrandigen Nervenröhren ausläuft, mit arseniger Säure behandelt, 350mal vergr. *a*. Hülle der Kugel. *b*. Nervenscheide. *c*. Nervenmark. *d*. Axenfasern mit dem von der Hülle zurückgezogenen Inhalt *e*. der Ganglienkugel zusammenhängend.

Fig. 45. Nervenzellen der *Substantia ferruginea* am Boden der Rautengrube, vom Menschen, 350mal vergr.

dadurch, dass viele Nervenzellen in zwei, drei bis acht und noch mehr Fortsätze auslaufen, welche in den einen Fällen nach kurzem Verlauf in markhaltige Nervenröhren übergehen, in den andern eine grössere Selbständigkeit beurkunden, indem sie im Ansehen marklosen Nerven ganz gleich, oft auf weite Strecken verlaufen und hierbei mannigfaltig sich verästeln. Wie diese letztern Fortsätze schliesslich enden, ob frei oder im Zusammenhang mit Nervenröhren oder durch Anastomosiren mit ähnlichen Fortsätzen, ist noch nicht ausgemacht, doch erscheint es nach allem nicht unwahrscheinlich, dass je nach den Localitäten die drei angegebenen Möglichkeiten sich finden. Ueber den Bau der Nervenzellen und Nervenfasern haben *Stilling* und *Jacubowitsch* eigenthümliche Ansichten geäussert, die beim Nervensystem besprochen werden sollen.

Nervenfasern und Nervenzellen vereinen sich zu zwei, in ihren Extremen sehr verschieden gebauten Substanzen, der grauen und weissen Substanz. Die erstere bildet das sog. weisse Mark oder die Markmasse vom Rückenmark und Gehirn und die Nerven, und besteht wesentlich aus bündelweise zusammengefassten oder sich durchflechtenden Nervenröhren und sie durchziehenden Blutgefässen, zu denen bei den peripherischen Nerven noch besondere Hüllen von Bindegewebe, das sog. Neurilem, hinzukommt. Die graue Substanz enthält weit vorwiegend Nervenzellen, ausserdem auch an gewissen Orten eine feinkörnige Grundmasse und freie Kerne, findet sich jedoch selten ganz rein, sondern meist mehr oder weniger mit Nervenröhren gemengt. In bedeutendem Grade ist dieses letztere der Fall in der Mehrzahl der Ganglien, in der grauen Substanz des Rückenmarks und in den sog. Ganglien des grossen Gehirns, wogegen sie in der grauen Rinde des grossen und kleinen Hirnes stellenweise fast ohne Nervenfasern auftritt. Auch diese Substanz führt, und zwar noch viel zahlreichere Gefässe, als die weisse, und in den peripherischen Ganglien, so wie auch in den Centraltheilen, auch verschiedene Formen von Bindegewebe als Umhüllung ihrer einzelnen Theile.

Die chemische Zusammensetzung der Nervensubstanzen ist noch bei weitem nicht genau genug erforscht. In der weissen Substanz bestehen die centralen Fasern der Nervenröhren aus einer dem Muskelfibrin sehr ähnlichen Proteinverbindung, die Markscheide vorzüglich aus Fetten verschiedener Art, und die Hülle aus einer ähnlichen Substanz wie das Sarcolemma. Die graue Substanz enthält vorwiegend einen eiweissartigen Körper, ausserdem noch eine ziemliche Menge von Fett.

Die physiologische Bedeutung des Nervengewebes liegt darin, dass dasselbe einmal die Bewegungen und Sensationen vermittelt, zweitens auch einen gewissen Einfluss auf die vegetativen Functionen ausübt und drittens den Seelenthätigkeiten als Substrat dient, bei welchen Functionen allen, nach den bis jetzt ermittelten Thatsachen, die graue Substanz die bedeutungsvollere Rolle spielt, die weisse mehr nur als leitendes Bindeglied zwischen ihr und den Organen dient. — Die Nervenzellen entwickeln sich aus gewöhnlichen Bildungszellen von Embryonen, während die Nervenröhren durch Verschmelzung vieler solcher Zellen von rundlicher, spindel- oder sternförmiger Gestalt mit Hüllen und Inhalt hervorgehen, wozu bei den markhaltigen Röhren

noch eine eigenthümliche Veränderung des Inhaltes derselben kommt, in Folge welcher derselbe in einen centralen festeren Faden und eine weichere Hülle sich scheidet. Der Stoffwechsel im Nervengewebe muss namentlich in der grauen Substanz sehr lebhaft sein, wie das viele Blut, das derselben zuströmt, deutlich beweist, doch sind die Zersetzungsproducte dieses Gewebes noch gänzlich unbekannt. Die weisse Nervensubstanz regenerirt sich in den peripherischen Nerven ziemlich leicht und, wie es scheint, auch im Rückenmark. Accidentelle Bildung von Nervenröhren ist in pathologischen Neubildungen beobachtet, ja es scheint selbst im Gehirn *(Virchow)*, und im Eierstock abnorme Bildung grauer Substanz vorkommen zu können.

Die aus der Nervensubstanz zusammengesetzten Organe sind: Die peripherischen Nervenstränge, Nervenhäute und Nervenröhren, die Ganglien, das Rückenmark und das Gehirn.

Markhaltige Nervenröhren finden sich bei den meisten Wirbelthieren mit Ausnahme von Petromyzon *(Stannius)* und den Helmichthyiden (ich). Immer kommen neben denselben noch marklose Röhren vor, und zwar meist an denselben Orten wie beim Menschen, ausserdem auch noch an andern, wie in der Haut der Säuger, im electrischen Organ der Fische, im Sympathicus der Plagiostomen *(Leydig)*. Die Nerven der Wirbellosen enthalten meist nur blasse, marklose Röhren, deren Bau oft ganz an den der embryonalen Fasern höherer Thiere erinnert, namentlich auch was das Vorkommen grösserer, Kerne enthaltender Anschwellungen in den Endausbreitungen betrifft; doch finden sich bei denselben auch Bildungen, die an die markhaltigen Röhren der höheren Geschöpfe erinnern, wie bei den Decapoden (*E. Häckel*) und bei den Insecten (*Leydig*, ich).

Literatur. *G. Valentin*. Ueber den Verlauf und die letzten Enden der Nerven, in *Nov. Act. Natur. Curios Vol. XVIII. T. I.; Remak, Observ. anatomicae et microsc. de syst. nerv. struct. Berol.* 1838; *A. Hannover, Recherches microscopiques sur le système nerveux. Copenhague* 1844; *R. Wagner*, Neue Unters. über den Bau und die Endigungen der Nerven und die Structur der Ganglien. Leipzig 1847 und Neurol. Untersuchungen in Gött. Anz. 1850—54; *Bidder* und *Reichert*, Zur Lehre vom Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. Leipzig 1847; *Ch. Robin*, in *l'Inst.* 1846. *No.* 687—690 u. 1848. *No.* 733; *Kölliker*, Neurologische Bemerkungen, in Zeitschr. f. wiss. Zool. I. S. 135; *Stilling*, Ueber den Bau der Nervenprimitivfaser und der Nervenzelle, 1856.

Specielle Gewebelehre.

Von der äussern Haut.

I. Von der Haut im engern Sinne.

A. Lederhaut.

§. 35.

Die äussere Haut, *Integumentum commune* (Fig. 46), besteht wesentlich aus einer innern, gefäss- und nervenreichen, in ihrer Hauptmasse aus Bindegewebe gebildeten Lage, der Lederhaut, *Cutis, Derma* (Fig. 46. *c, d*), und einer äussern, einzig und allein aus Zellen zusammengesetzten Schicht, der Oberhaut, *Epidermis* (Fig. 46. *a, b*), und enthält ausserdem noch viele besondere drüsige und hornige Organe.

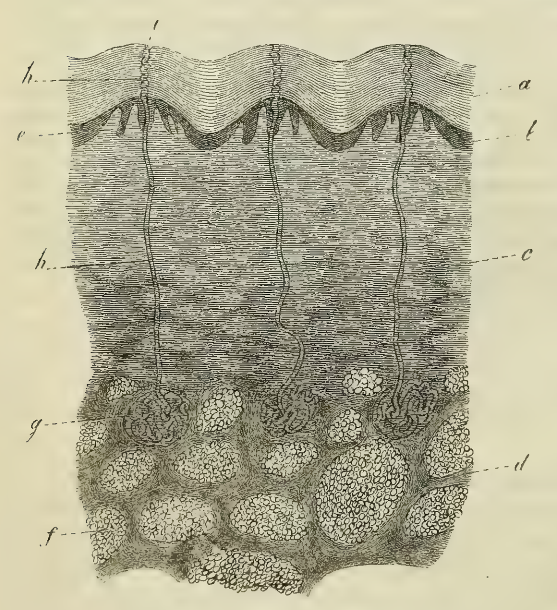


Fig. 46

Die Lederhaut, *Cutis, Derma*, zerfällt ihrerseits wieder in zwei Schichten, in das Unterhautzellgewebe, *Tela cellulosa subcutanea* (Fig. 46. *d*) und in die eigentliche Lederhaut, *Corium* (Fig. 46. *c*) von denen die letztere durch ihren Gefäss und Nervenreichthum den wichtigsten Theil der äussern Haut ausmacht.

Fig. 46. Senkrechter Schnitt durch die gesammte Haut der Daumenbeere, quer durch drei Cutisleistchen; Vergrösserung 20. *a*. Hornschicht der Oberhaut, *b*. Schleimschicht derselben, *c*. *Corium*, *d*. *Panniculus adiposus* (oberer Theil), *e*. Papillen der Lederhaut, *f*. Fettträubchen, *g*. Schweissdrüsen, *h*. Schweisscanäle, *i*. Schweissporen.

§. 36.

Das Unterhautzellgewebe, *Tela cellulosa subcutanea,* ist eine mässig feste, besonders aus Bindegewebe gebildete Haut, welche an den meisten Stellen des Körpers in besondern Maschenräumen eine beträchtliche Menge von Fettzellen (Fig. 46 *f*) einschliesst und die 1—6‴ dicke Fetthaut, *Panniculus adiposus,* darstellt, an einigen Orten dagegen, wie z. B. am Ohre, den Augenlidern, dem Hodensack, dem Penis und den Nymphen fettarm oder selbst ganz fettlos sich zeigt und meistens $\frac{1}{4}$—$\frac{2}{3}$‴ misst. Die innerste Lage des Unterhautzellgewebes, die am Rumpfe und Oberschenkel eine mässig feste, fettlose Binde, die *Fascia superficialis,* darstellt, liegt verschiedenen Theilen, wie Muskelfascien, Knochen- und Knorpelhäuten, Muskeln und tiefen Fettanhäufungen auf und verbindet sich bald lockerer, bald festerer mit denselben. Locker ist die Vereinigung am Rumpfe, an den beiden ersten Abschnitten der Glieder, an Hand- und Fussrücken, am Hals, und besonders an den Augenlidern, dem männlichen Gliede, dem *Scrotum* und an der Streckseite von Gelenken, wo oft sogenannte Schleimbeutel der Haut, *Bursae mucosae subcutaneae* vorkommen, wie am Knie-, Ellenbogen- und den Fingergelenken. Eine straffere Vereinigung zeigt sich wo sehnige Streifen, Aponeurosen, oder Muskeln in die Haut gehen, daher namentlich am Kopf, besonders an den Nasenflügeln und Lippen, an Stirn und Schläfe, am Ohr, Mund und Hinterhaupt, an der *Glans penis*, unter den Nägeln, an der Handfläche und Sohle. Die äussere Fläche des Unterhautzellgewebes haftet meist fest an der Lederhaut, namentlich wo Haarbälge in dieselbe sich einsenken, wie am Kopf, dagegen lässt sich eine mächtigere Fetthaut ziemlich leicht von der Cutis trennen.

§. 37.

Die eigentliche Lederhaut, *Corium*, ist eine derbe, wenig elastische, ebenfalls vorzüglich aus Bindegewebe gebildete Haut, die an den dickereren Stellen zwei, jedoch nicht scharf geschiedene Lagen zeigt, die man als *Pars reticularis* und *papillaris* bezeichnen kann. Die *Pars reticularis Corii* bildet die innere Lage der Lederhaut und stellt eine weisse, netzförmig durchbrochene, in ihren tiefsten Lagen manchmal deutlich geschichtete Haut dar, die in besonderen engeren oder weiteren, spärlicheren oder zahlreicheren Maschenräumen die Haarbälge und Drüsen der Haut sammt ziemlich vielem Fett enthält. Die *Pars papillaris Corii*, die Wärzchenschicht, ist der grauröthliche äussere, an die Oberhaut stossende Theil der eigentlichen Lederhaut (s. Fig. 46), der in seinem dichten, festen Gewebe den obern Theil der Haarbälge und Hautdrüsen und die Endausbretung der

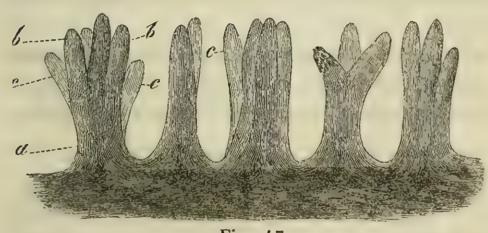


Fig. 47.

Fig. 47. Zusammengesetzte Papillen der Handfläche mit 2, 3 und 4 Zacken, 60mal vergr.; *a* Basis einer Papille; *bb.* die einzelnen Ausläufer derselben; *cc.* Ausläufer von Papillen deren Basis nicht sichtbar ist.

Gefässe und Nerven der Haut enthält. Die wichtigsten Theile derselben sind die Hautwärzchen, *Papillae corii* (Fig. 47), welche mit Bezug auf den innern Bau in zwei Arten, die Gefässwärzchen einerseits und die Nervenwärzchen, zerfallen. Dieselben sind kleine, halbdurchscheinende, biegsame, jedoch ziemlich festgebaute Erhabenheiten der äusseren Fläche der Lederhaut, die meist kegel- oder warzenförmig sind, an gewissen Orten aber auch in mehrere Spitzen auslaufen (zusammengesetzte Wärzchen). Mit Bezug auf die Stellung und Zahl, so sind die Papillen an der Handfläche und der Fusssohle ungemein zahlreich (*E. H. Weber* rechnet auf 1 □''' der *Vola manus* 81 zusammengesetzte oder 150—200 kleinere Papillen; *Meissner* an der Volarfläche der Finger 400) und ziemlich regelmässig in zwei Hauptreihen, von denen jede 2—5 Papillen in der Quere besitzt, auf linienförmigen, $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{3}$''' breiten, $\frac{1}{20}$—$\frac{1}{6}$''' hohen Erhabenheiten, den Leisten oder Riffen der Lederhaut, gelagert (Fig. 48), deren Verlauf, da er auch äusserlich an der Oberhaut sichtbar ist, keiner weitern Beschreibung bedarf. Anderwärts stehen die Papillen mehr zerstreut, entweder sehr dicht, wie an den *Labia minora*, der *Clitoris*, dem Penis, der Brustwarze, oder etwas zerstreuter, wie an den Gliedern, mit Ausnahme der genannten Stellen, am *Scrotum*, Hals, Brust, Bauch und Rücken.

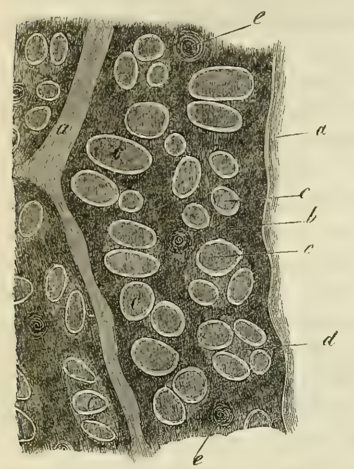


Fig. 48.

Die Grösse der Papillen variirt ziemlich bedeutend und beträgt im Mittel $\frac{1}{40}$—$\frac{1}{22}$'''. Die längsten von $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{20}$''' finden sich an der Handfläche und Fusssohle, der Brustwarze, dem Nagelbett und den kleinen Schamlippen. Die kürzesten von $\frac{1}{66}$—$\frac{1}{40}$''' finden sich im Gesicht, namentlich an Augenlidern, Stirn, Nase, Wangen und Kinn, wo sie selbst gänzlich fehlen oder durch ein Netzwerk niedriger Leistchen ersetzt werden können, ferner an der weiblichen Brust ($\frac{1}{80}$—$\frac{1}{60}$'''), am *Scrotum* und der Basis des Penis ($\frac{1}{66}$—$\frac{1}{40}$'''). Die Breite der Papillen ist gewöhnlich drei Viertheile oder die Hälfte der Länge. Die Dicke der eigentlichen Lederhaut geht von $\frac{1}{8}$—$1\frac{1}{2}$''' und beträgt an den meisten Orten $\frac{1}{4}$—$\frac{3}{4}$'''.

Die Lederhaut zeigt in chemischer Beziehung vorzüglich die Charactere des Bindegewebes, welches ihre Hauptmasse bildet. Sie fault schwer, nach Zusatz von Gerbsäure haltenden Pflanzenstoffen (Gerben, Leder) gar nicht,

Fig. 48. Flächenschnitt der Fersenhaut durch die Spitzen der Papillen eines ganzen und zweier halben Leistchen, 60mal vergr. Die reihenförmige Anordnung der Papillen, entsprechend den Leistchen der Lederhaut, ist deutlich sichtbar. *a.* Hornschicht der Oberhaut zwischen den Leistchen, die wegen ihres wellenförmigen Verlaufes bei einem Schnitte durch die Spitzen der Papillen mit getroffen wird. *b. Stratum Malpighii* der Oberhaut. *c.* Papillen, welche in mehr als zwei Reihen stehen; da aber immer mehrere derselben auf gemeinschaftlicher Basis sitzen, so sind doch, so zu sagen, nur zwei Reihen zusammengesetzter Papillen da. *d. Stratum Malpighii* zwischen den zu einer gemeinschaftlichen Basis gehörenden Papillen, das, weil weniger dick, etwas heller erscheint. *e.* Schweisscanäle.

lässt sich leicht trocknen und wird dann gelblich, durchscheinend und steif, aber biegsam und fault nicht mehr. In kochendem Wasser schrumpft sie anfangs zusammen, löst sich dann aber, und zwar nicht bei allen Thieren gleich rasch, und bei jüngern schneller als bei ältern, zu Leim, *Colla*, auf. Bei Behandlung mit verdünnten Säuren und Alkalien verhält sie sich wie Bindegewebe (s. §. 28).

§. 38.

Die Lederhaut besteht vorzüglich aus Bindegewebe und elastischem Gewebe und enthält ausserdem auch glatte Muskeln, Fettzellen, Blutgefässe, Nerven und Saugadern in reichlichster Menge.

Das Bindegewebe besteht aus gewöhnlichen Bündeln, die zum Theil netzförmig sich vereinen, wie im Unterhautzellgewebe, zum Theil zu grösseren secundären Bündeln, zu Balken und Blättern verschiedener Art sich verbinden. In der Fetthaut finden sich zwischen diesen viele von Fett erfüllte grössere und kleinere Räume, während in der *Fascia superficialis* und in der Lederhaut der Zusammenhang derselben ein sehr inniger ist und dieselben namentlich in der letztern ein sehr derbes, andeutungsweise geschichtetes Gewebe bilden. — In den Papillen ist der faserige Bau nicht überall deutlich und erscheint statt desselben oft ein mehr homogenes Gewebe, das häufig wie von einer structurlosen Haut begrenzt erscheint, ohne dass jedoch eine solche wirklich sich isoliren lässt.

Die *Bursae mucosae subcutaneae* sind nichts als grössere, einfache oder theilweise getheilte Maschenräume im Unterhautzellgewebe, in der *Fascia superficialis (Bursa olecrani)* oder zwischen den Blättern der *Fascia muscularis (Bursa patellae)*. Die innen glatten aber mit vielen Unebenheiten versehenen Wandungen derselben sind aus gewöhnlichem Bindegewebe gebildet, besitzen kein Epithelium und schliessen etwas klebrige, helle Flüssigkeit ein.

Das elastische Gewebe findet sich fast in allen Theilen der Cutis in reichlicher Menge, doch meist viel spärlicher als das Bindegewebe. Seltener erscheint dasselbe in Form wirklicher elastischer Membranen, die selbst an die dichtesten elastischen Netze der Arterien erinnern, wie in der *Fascia superficialis* des Abdomen und Oberschenkels, gewöhnlicher in Gestalt von lockeren Netzen stärkerer oder feinerer Fasern, wie in der eigentlichen Lederhaut. Nur feine elastische Fasern und isolirte oder anastomosirende Saftzellen, oft in ziemlicher Menge, besitzen die Papillen (namentlich die der Fusssohle und auch der Handfläche) und der *Panniculus adiposus*, in welchem letzteren dieselben jedoch zum Theil selbst gänzlich mangeln.

Glatte Muskeln kommen meinen Untersuchungen zufolge in der Haut weit verbreiteter vor, als man bisher angenommen hat, und zwar 1) im Unterhautzellgewebe des Hodensackes, die denselben den Namen Fleischhaut, *Tunica dartos*, verdankt, des Penis, die Vorhaut inbegriffen, und des vordern Theiles des Mittelfleisches, wo sie mit ihren bis $\frac{1}{3}'''$, selbst $\frac{1}{2}'''$ messenden, gelblichen Bündeln, deren Elemente die in §. 32 geschilderten sind, theils in der Nähe der Gefässe und Nerven, theils mehr isolirt im Bindegewebe verlaufen, netzförmig untereinander zusammenhängen und vorzüglich parallel

der Raphe des Scrotum und der Längsaxe des Gliedes ziehen, jedoch namentlich an letzterem nicht selten mit starken Bündeln auch quer verlaufen. Nach *Treitz* (Prag. Viertj. 1853. I. p. 113) finden sich an diesen Bündeln viele elastische Sehnen, durch welche sie an die Vorderfläche der Schaambeine, das *Lig. suspensorium penis*, die *Fascia superficialis* und *lata* sich anheften.

2) Im Warzenhofe sind die namentlich beim weiblichen Geschlechte entwickelten glatten Muskeln in einer zarten, nach innen bis zur Basis der Warze stärker werdenden Schicht kreisförmig angeordnet, und meist durch die Breite ihrer Bündel (bis zu $^1/_3{}'''$) und ihre gelbröthlich durchscheinende Färbung schon dem unbewaffneten Auge sichtbar; in der Warze selbst verlaufen dieselben theils kreisförmig, theils senkrecht und vereinigen sich zu einem dichten Netzwerk, durch dessen Maschen die Ausführungsgänge der Milchdrüse ziehen.

3) Endlich habe ich glatte Muskeln noch in den obern Theilen der Lederhaut, und zwar an allen Stellen, wo Haare vorkommen (Fig. 49), in Form von rundlichen, platten, 0,02 bis 0,1 – 0,16''' breiten Bündeln gefunden, die ohne Ausnahme meist zu einem, seltener zu zweien neben den Haarbälgen und Talgdrüsen liegen, von den obersten Theilen des *Corium* dicht unter der Epidermis entspringen und, indem sie schief von aussen nach innen nach den Haarbälgen zu verlaufen und die Talgdrüsen umfassen, an die ersteren dicht hinter den genannten Drüsen oder nahe an ihrem Grunde sich ansetzen.

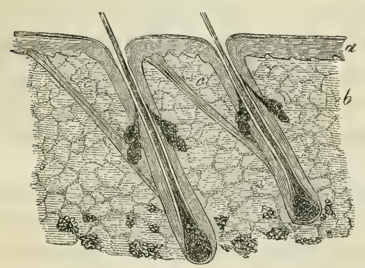


Fig. 49.

Nach *Meissner* ist Behandlung der Papillen mit kaustischem Natron ein Mittel, welches in der Regel die Fasern derselben sehr deutlich vortreten lässt. An solchen Papillen erkennt man auch, dass die Fasern an den Papillenspitzen nicht schlingenförmig in einander umbiegen, sondern vom ersten Drittheil der Länge an mit freien Enden auslaufen. Diese Enden sind nach *Meissner* auch an frischen Papillen zu erkennen, und bedingen hier theils eine feine Zähnelung am Rande der Papillen, theils eine regelmässige Querstreifung derselben, welche letztere jedoch nicht an allen Papillen deutlich ist. Ich sehe diese Zähnelung auch an mit Essigsäure behandelten Papillen sehr deutlich, und halte dieselbe für bedingt durch eine Faltenbildung der äussersten mehr homogenen Schicht der Papillen. *Meissner* erklärt die Fasern der Papillen für eigenthümliche, ich sehe jedoch keinen Grund, dieselben vom Bindegewebe zu trennen, da die Papillen in allen chemischen Characteren wie das übrige Corium sich verhalten, namentlich auch beim Kochen bis auf ihre Saftzellen und elastischen Elemente sich lösen.

Ueber die glatten Muskeln der Haut haben in der neuesten Zeit *Eylandt, Henle* und *Lister* Mittheilungen gemacht. Die Muskelchen an den Haarbälgen, die *Eylandt Arrectores pili* nennt, werden von diesen Autoren bestätigt, nur finden sie dieselben an gewissen Orten dünner (*Eylandt* von 0,02''', *Henle* von 0,04''', *Lister* von $^1/_{200}{}''$ in der Kopfhaut, in der Schaamgegend dagegen von $^1/_{100}{}''$). *Eylandt* sah immer nur Ein Bündel zu einem Haarbalg treten, ebenso *Lister* in der Kopfhaut, wo derselbe noch

Fig. 49. Durchschnitt durch die Kopfhaut, mit zwei Haarbälgen. *a*. Epidermis. *b*. Cutis. *c*. Haarbalgmuskeln.

überdies die interessante Beobachtung machte, dass die Muskeln ohne Ausnahme an dieselbe Stelle der schief stehenden Haarbälge, und zwar an die untere treten, so dass sie die Haare nicht nur vorzuziehen sondern auch aufzurichten im Stande sind, und *Henle* sowie *Lister* geben an, dass dieselben nach oben mehrfach bis zu Bündelchen von 0,004‴ sich spalten und bis dicht unter die Epidermis in die Papillen zu verfolgen seien. *Lister* fand auch an ihren obern Enden hie und da kürzere und längere Sehnen z. Th. mit viel elastischem Gewebe. An der Oberfläche der Cutis fanden *Huxley* und *Busk* (Uebers. m. Mikr. Anat. I. p. 111) eine durchsichtige, beinahe structurlose »Matrix« mit Kernen. — Auch *Virchow* findet in den oberflächlichsten Lagen der Cutis des Nagelbettes (l. i. c.) Kerne, die z. Th. in die homogene äusserste Lage hineinreichen, und vielleicht zu Zellen gehören. Ich halte diese Kerne, die ich auch kenne, für den oben erwähnten Saftzellen angehörig.

§. 39.

Fettzellen. Der Sitz dieser Zellen ist vorzüglich die Fetthaut. In dieser liegen die Fettzellen nicht in grossen Ausbreitungen beisammen, sondern erfüllen in grösseren oder kleineren Klümpchen die verschiedenartig gestalteten Maschenräume des Bindegewebes (Fig. 46. *f*). Jedes der dem blossen Auge deutlich begrenzt erscheinenden gelben Klümpchen oder Fettläppchen (auch wohl Fetttträubchen) hat eine besondere Hülle von Bindegewebe, in der die der Ernährung der Fettzellen bestimmten Gefässe verlaufen, und besteht entweder aus einem einfachen Aggregate von Zellen, oder aus einer, je nach seiner Grösse variirenden Zahl von kleineren und kleinsten Läppchen, von denen jedes wieder seine eigene zarte Bindehülle hat; nach *Todd* und *Bowman* soll selbst jede Zelle ihre besondere Bekleidung und Gefässe darin besitzen, was jedoch, obschon für manche Fälle richtig, doch nicht in allen vorkommt. In der Lederhaut finden sich die Fettzellen mehr in den tieferen Theilen um Haarbälge und Drüsen herum, fehlen dagegen im *Corpus papillare* gänzlich. Ueberall sind die Fettzellen (Fig. 50) bei nur einigermaassen wohlgenährten Individuen runde oder ovale 0,01—0,06‴ grosse, dunkelrandige, mit flüssigem, blassgelbem, einen einzigen Tropfen bildendem Fette erfüllte Zellen mit einem wandständigen, schwer sichtbar zu machenden Kerne (Fig. 51). Bei Magern finden sich dagegen fast keine Zellen dieser Art, sondern mehr oder weniger abweichende Formen und zwar 1) granulirte Zellen mit vielen kleinen Fetttröpfchen in weissgelblichen Fetttträubchen;

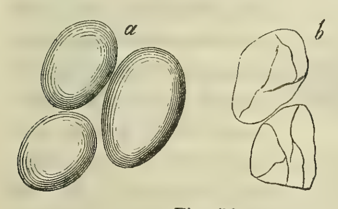


Fig. 50.

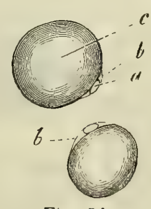


Fig. 51.

2) Serumhaltige Fettzellen, in gelb- oder braunrothen kleinen Fettläppchen, die neben dem mehr oder weniger geschwundenen Fett, das

Fig. 50. Normale Fettzellen von der Brust, 350mal vergr. *a.* Ohne Reagentien, *b.* nach Behandlung mit Aether, wodurch das Fett ausgezogen wird und die faltige zarte Hülle bleibt.

Fig. 51. Zwei Fettzellen aus dem Marke des Femur des Menschen. *a.* Kerne, *b.* Zellmembran, *c.* Fetttropfen. 350mal vergr.

meist in Gestalt einer einzigen, dunkler gefärbten Fettkugel erscheint, eine helle Flüssigkeit und einen deutlichen Kern enthalten und bedeutend kleiner sind als normale Zellen, von 0,01—0,015‴;

3) Fettlose, nur Serum führende Zellen mit deutlichem Kern und zarter oder verdickter Membran in mehr gallertartigem Fett oder mit den andern untermischt, auch bei Hautwassersucht;

4) Endlich crystallführende Fettzellen, entweder solche, die neben einem Fetttropfen 1—4 Sterne nadelförmiger Fett-(Margarin-)crystalle enthalten oder Zellen, die mit Crystallnadeln ganz gefüllt sind. Die erstern kommen unter andern normalen Zellen vor, die letztern nur in weissem Fett. Nach Dr. *Roscher* aus Norwegen lassen sich solche Crystalle in allen oder fast allen Fettzellen künstlich erzeugen, wenn man dieselben trocknet, und ist es nicht unwahrscheinlich, dass die Crystalle, die man in Leichen findet, erst nach dem Tode sich gebildet haben. *Robin* und *Verdeil* sahen auch Margarincrystalle in den Fettaugen warmer Milch beim Erkalten sich bilden *(Chim. anat. tab. XLV. fig. 1. K. L.)*.

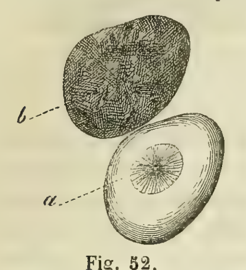
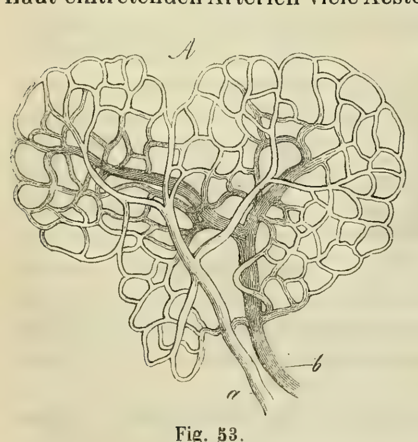


Fig. 52.

Die Septa der Fettklümpchen der Fusssohle bestehen nach *Dursy* (Zeitschr. f. rat. Med. N. F. VI. p. 339) aus zwei Platten, die an den Berührungsflächen stellenweise mit Epithel bekleidet sind.

§. 40

Gefässe der Haut. Schon im Unterhautzellgewebe geben die in die Haut eintretenden Arterien viele Aestchen an die Haarbälge (s. unten), die Fettträubchen und die glatten Muskeln ab, die grösstentheils weitmaschige, seltner, wie namentlich in den Fettträubchen, etwas engere Netze feiner Capillaren bilden (Fig. 53). Höher oben versorgen sie die Schweiss- und Talgdrüsen (s. unten), bilden in den innern Theilen der Lederhaut *(Pars reticularis)* ebenfalls, jedoch nicht viele Endausbreitungen und dringen endlich bis in die äussersten Theile der Papillarschicht und in die Papillen selbst, um sich hier in ein dichtes, eng-



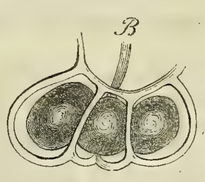


Fig. 53.

Fig. 52. Fettzellen mit Margarincrystallen, 350mal vergr. *a.* Zelle mit einem Stern von Crystallnadeln, wie sie nicht selten in normalem Fett sich finden. *b.* Mit Crystallen ganz erfüllte Zelle aus weisslichen Fettklümpchen Abgemagerter.

Fig. 53. Gefässe der Fettzellen. *A.* Gefässe eines kleinen Fettträubchens, 100mal vergr. *a* Arterie. *b.* Vene. *B.* Drei Fettzellen mit ihren Capillaren, mehr vergr.; nach *Todd* und *Bowman*.

maschiges Netz von Capillaren aufzulösen. Dasselbe besteht überall, wo Papillen vorhanden sind, aus zwei Theilen, einmal aus einem horizontalen, unmittelbar unter der von der Oberhaut bedeckten Fläche liegenden Geflecht mit weiteren Maschen stärkerer Gefässe von 0,01—0,005‴ und engeren solchen von Capillaren von 0,003 0,005‴, und zweitens aus vielen einzelnen, nach aussen sich erhebenden Schlingen von feineren oder gröberen Gefässchen (von 0,003—0,004‴ an den meisten Orten, von 0,004—0,01‴ und mehr an der *Planta pedis* und *Vola manus* nach Meissner), welche die Papillen versorgen. Gewisse Ausnahmen (s. §. 41) abgerechnet, besitzen nur die Gefässwärzchen solche Capillargefässschlingen (Fig. 54), und zwar einfache Eine, ästige Papillen mehrere, welche mehr in ihrer Axe oder der Oberfläche näher bis zur Spitze derselben sich erstrecken, und hierbei mit ihren Schenkeln entweder leicht geschlängelt oder stark gekrümmt oder selbst spiralig um einander gedreht verlaufen.


Fig. 54.

Die grösseren Stämme der Lymphgefässe sind im Unterhautzellgewebe sehr leicht zu erkennen und sehr zahlreich. In der Lederhaut selbst haben verschiedene Anatomen, *Haase*, *Lauth*, *Fomann* u. A., durch Quecksilberinjectionen die Lymphgefässe dargestellt. Alle stimmen darin überein, dass dieselben in den äussersten Theilen derselben ein ungemein dichtes Netz feiner Gefässchen, nach *Krause* (l. c. p. 111) von $\frac{1}{15}$—$\frac{1}{20}$‴ darstellen, das in der Tiefe nach und nach weitmaschiger und stärker wird, endlich mit einzelnen Stämmchen in die Gefässe der *Tela cellulosa subcutanea* ausgeht, doch weiss man immer noch nicht, ob diese Gefässe wirklich die wahren Anfänge der Lymphgefässe der Haut sind.

§. 41.

Nerven. Die Haut ist einerseits in ihren an die Epidermis angrenzenden Theilen, an gewissen Orten namentlich, eines der nervenreichsten Gebilde des menschlichen Organismus, während auf der andern Seite ihre tieferen Gegenden durch grosse Armuth an Nerven sich bemerklich machen. Im *Panniculus adiposus* und der *Fascia superficialis* kennt man annoch keine Nerven als diejenigen, welche successive sich verästelnd durch diese Theile hindurch zur Lederhaut treten oder an den Haaren, Drüsen, glatten Muskeln und *Pacini*'schen Körperchen sich finden, von denen noch weiter die Rede sein soll. In der Lederhaut selbst steigen die durch die Maschenräume der innern Fläche eingetretenen Stämmchen unter fortgesetzter Verästelung, jedoch ohne

Fig 54. Gefässe der Papillen eines ganzen und zweier halben Cutisleistchen nach *Berres*.

wirkliche Endausbreitungen zu bilden, allmälig gegen die *Pars papillaris* herauf. Hier bilden sie unter den Papillen durch vielfache Anastomosen reiche Endplexus, an welchen man deutlich tiefere und oberflächlichere Theile, erstere aus feinen, noch mehrere Primitivfasern haltenden Zweigen mit weiteteren Maschen, letztere aus einfachen oder zu zweien gruppirten Fasern und engeren Zwischenräumen unterscheidet. In diesem letzten oder dem feinen Endplexus kommen dann auch (ob bei allen Fasern ist noch unentschieden) beim Menschen wie bei Thieren wirkliche Theilungen der Nervenprimitivfasern vor, so dass dieselben meist unter spitzen Winkeln in zwei sich spalten und aus dem Plexus selbst treten endlich, wenigstens an gewissen Orten (namentlich an der Handfläche, der Fusssohle und den Lippenrändern), eine bis vier, in der Regel je zwei Nervenfasern in die Basis gewisser Papillen, um in denselben bis gegen die Spitze zu verlaufen und hier schlingenförmig sich zu verbinden (Fig. 54) oder frei zu enden.

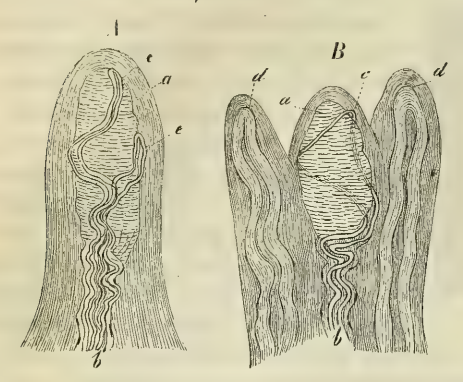


Fig. 55.

Die Elemente der Nerven der Haut zeigen keine besondern Eigenthümlichkeiten. Ihr Durchmesser beträgt in den Stämmchen des Unterhautzellgewebes noch zum Theil bis 0,005 und 0,006‴, ebenso in den untersten Theilen der Lederhaut, während sie nach oben zu alle nach und nach feiner werden. In den Endplexus finde ich dieselben, je nach den verschiedenen Localitäten, von 0,003 bis 0,0016‴ schwankend, in den Papillen endlich von 0,0008 bis 0,002‴. An Hand und Fuss schwanken die feinsten Fasern zwischen 0,0012—0,002‴, an der *Glans penis* dagegen, an den Lippen und der Nase nur zwischen 0,0008—0,0012‴.

Nach der Entdeckung von *Meissner* und *Wagner* finden sich in der *Vola manus* und der *Planta pedis* nicht in allen Papillen Nerven, sondern nur in solchen, die ein eigenthümliches centrales Gebilde, ein Tastkörperchen, *Corpusculum tactus*, enthalten und meist der Gefässe entbehren. Diese Behauptung ist im Allgemeinen richtig und kann man die Papillen in Nerven- und Gefässpapillen trennen. Ueber die Beschaffenheit der *Corpuscula tactus* sind die Mikroskopiker sehr verschiedener Ansicht, in welcher Hinsicht die unten citirten Schriften, bes. die von *Meissner* und mir zu vergleichen sind. Ich halte dieselben für gebildet aus einem centralen Strang von homogenem Bindegewebe und einer äussern Lage querlaufender Saftzellen und kann daher in denselben durchaus keinen besonderen specifischen Bau erkennen. Nervenfasern treten zu 1—4 in die Papillen mit solchen Körperchen ein, verlaufen an der äussern Oberfläche oder vielleicht auch in der Rindenlage derselben, indem sie oft tiefere Einschnürungen bedingen, gerade oder in Spiraltouren in die Höhe und enden an oder über den Spitzen der-

Fig. 55. Zwei Papillen von den Fingerbeeren ohne Epithel mit *Meissner*'schen Körperchen *a* und Nerven *b*. *A*. Einfache Papille mit vier Nervenröhren und zwei Endschlingen *c*. *B*. Zusammengesetzte Papille mit zwei Gefässspitzen mit Capillarschlingen *d* und einer Nervenspitze mit Endschlinge *c*.

selben bald scheinbar frei, bald, indem sie Schlingen bilden, von denen sich nicht sagen lässt, dass sie die wahren Endigungen darstellen, indem es gedenkbar ist, dass der eine Schenkel der Schlinge in einer benachbarten Papille frei ausgeht. Papillen mit solchen »Tastkörperchen« sind bisher gefunden ausser an den genannten Orten noch spärlich und unentwickelt an dem rothen Lippenrande, der Zungenspitze (*Pap. fungiformes*), der Brustwarze, der *Glans penis et clitoridis*. Papillen ohne Tastkörperchen aber mit Nerven fand ich sehr selten an der Handfläche, häufiger an der Fusssohle und gar nicht selten an den Lippen. In der Hand finden sich die Körperchen fast nur an der *Vola manus*, und zwar vor allem reichlich an den Fingern, namentlich am 3. Gliede; am Fusse liegen die meisten ebenfalls an den Beeren der letzten Zehenglieder, doch fehlen sie auch in der Mitte der Sohle und selbst der Ferse nicht ganz. An Hand- und Fussrücken finden sich manchmal spärliche Körperchen, andere Male fehlen sie. Ihre Zahl anlangend, so zählte *Meissner* beim Zeigefinger eines Mannes am 3. Gliede auf 1 □‴ von 400 Papillen 108 mit Körperchen, so dass mithin auf 4 Papillen 1 derselben kam. Auf 1 □‴ des zweiten Gliedes fanden sich 40 Körperchen, am ersten Gliede 15, in der Haut über dem Mittelhandknochen des kleinen Fingers 8, an der Plantarfläche des Nagelgliedes des *Hallux* 34, in der Mitte der Fusssohle 7—8. Die Grösse dieser Körperchen anlangend, so fand *Meissner* die der *Vola manus* $^1/_{20}$—$^1/_{15}$—$^1/_{12}$‴ lang, $^1/_{50}$—$^1/_{40}$‴ breit, die der Rückseite der Finger $^1/_{60}$—$^1/_{70}$‴ lang und breit, die der Ferse $^1/_{30}$ - $^1/_{20}$‴ lang und breit. Die Tastkörperchen zeigen sich an der Hand besonders in den zusammengesetzten Papillen in besonderen, mehr oder weniger hervortretenden, meist kürzeren, manchmal längeren Spitzen, je zu einem oder zweien, seltener in isolirten einfachen Papillen. Häufig sind hier die Körperchen besonders nach Essigsäurezusatz stellenweise eingeschnürt, selbst spiralig gedreht, so dass oft eine gewisse Aehnlichkeit mit einem ähnlich behandelten umsponnenen Bindegewebsbündel und einem Spiralschweissgange entsteht. An allen anderen Orten enthalten die Papillen keine centralen Körperchen und keine Nerven und ist die Endigung der Hautnerven ganz unbekannt. — Bei Thieren sind Tastkörperchen gesehen von *Meissner* bei Affen an den Händen, von *Corti* in den Zungenpapillen des Elephanten und von *Berlin* im Schlunde der Vögel, hier ohne Nerven (?).

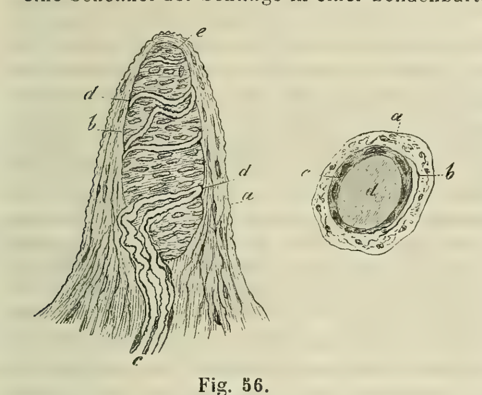


Fig. 56.

Eigenthümliche Nervenknäuel, ähnlich den von *Gerber* beschriebenen, fand ich in der *Conjunctiva bulbi* (Mikr. Anat. II, 1. S. 31. Fig 13. *A.*) und in den Papillen der Lippen (Zeitschr. f. wiss. Zool. IV. Tab. II. Fig. 10) und *Hensche* und *Leydig* (Histol. S. 81. Fig. 42) in den Papillen des Daumenballens männlicher Frösche.

Ueber das Verhalten der Nerven in der Haut der Thiere führe ich nachträglich noch einiges an. In der Haut des Schwanzes von Batrachierlarven (*Rana, Bufo, Triton, Bombinator, Alytes*) beschrieb ich die zierliehsten Verästelungen und Netze der embryonalen blassen Nervenfasern, ferner ganz deutliche Schlingen der ausgebildeten dunkeln Nervenröhren und einzelne Theilungen der letzteren (*Annal. des sc. nat.* 1846. *p.* 102, *pl.*

Fig. 55. *A.* Längenansicht einer Papille der Haut, *a.* Rindenschicht derselben mit Saftzellen und feinen elastischen Fasern, *b.* Tastkörperchen mit seinen queren Kernen. *c.* Zutretendes Nervenstämmchen mit kernhaltigem Neurilem. *d.* Nervenfasern, die das Körperchen umspinnen. *e.* Scheinbares Ende einer solchen. *B.* Eine Papille von oben, so dass die Mitte im scheinbaren Querschnitt gesehen wird. *a.* Rindenschicht der Papille mit Saftzellen. *b.* Nervenfaser. *c.* Kernhaltige Hülle. *d.* Tastkörperchen. *e.* Innere feingranulirte Substanz desselben. Vom Menschen, 350mal vergr. Mit Essigsäure.

§. 41. Beim erwachsenen Frosch bilden nach *J. N. Czermak* (*Müll.* Arch. 1849. p. 252) die für die Haut bestimmten Nerven an der innern Fläche derselben ein schon von *Burdach* beschriebenes grossmaschiges Netz, von dem aus noch viele Bündelchen abgehen, senkrecht das *Derma* durchsetzen und, in der oberflächlichen Drüsenlage der Haut angelangt, zwischen den Drüsen einen oberflächlichen Nervenplexus bilden. In Betreff der eigentlichen Endigung der Nervenfasern gelangte *Czermak* zu keinem bestimmten Resultate, machte dagegen die interessante Entdeckung, dass dicke und dünne Nervenfasern des tieferen Plexus sehr häufig und wiederholt dichotomisch sich theilen und so über grössere Flächen sich verbreiten, von welcher Theilung ich selbst an von *Czermak* vorgelegten Präparaten aufs Bestimmteste mich überzeugte. Aehnliche Verhältnisse fand *Leydig* (Zeitschr. f. wiss. Zool. III) in der Haut der Fische; auch hier finden sich oberflächlichere und tiefere Plexus mit zahlreichen Theilungen feinerer und dickerer Röhren, die an der Oberfläche schliesslich alle ganz fein und blass werden und dem Auge sich entziehen. *Axmann* will neulich in der Haut erwachsener Frösche ein Ausgehen der dunkelrandigen Röhren in blasse anastomosirende und mit den letzten Zweigelchen frei endende Fasern gesehen haben (l. c. p. 60. Fig. 5). — Bei Wirbellosen finden sich, wie aus den Untersuchungen von *Leydig* an *Argulus* und besonders *Carinaria*, dann von *Leuckart* über *Firola* und *H. Müller* über *Phyllirrhoe* hervorgeht, ganz analoge Verhältnisse, wie ich von den Nerven der Froschlarven beschrieb, und kann ich *Leydig* und *Leuckart* nicht beistimmen, wenn sie die Anschwellungen mit Kernen als Ganglienkugeln bezeichnen. Dagegen sind die Verhältnisse bei *Artemia* und *Corethra* vielleicht eigenthümliche, indem hier grössere Stämmchen der Hautnerven am Ende mit vielen rundlichen Bläschen in Verbindung stehen, die die Function von Ganglienzellen haben könnten (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I. III.).

Was die Säugethiere anlangt, so ergibt sich als Resultat meiner Erfahrungen und zum Theil auch derjenigen von *J. N. Czermak* und *C. Gegenbaur*, dass hier Theilungen, Anastomosen und freie Endigungen zugleich vorhanden sind. *Czermak* fand Theilungen der Hautnerven der Maus, und ich selbst ein Uebergehen der dunkelrandigen Primitivfasern dieser Nerven in blasse anastomosirende Fäden von [illegible]—[illegible], ganz ähnlich den embryonalen Fasern der Froschlarven (s. Zeitschr. f. wiss. Zool.), was neulich *Hessling* für die Haut der Spitzmaus bestätigt, endlich *Gegenbaur* zahlreiche Theilungen in der Nervenausbreitung der Tasthaare der Säuger. — Weitere Erfahrungen werden zu zeigen haben, in welchem Verhältnisse die Theilungen, Anastomosen oder Schlingen und freien Enden zu einander sich verhalten und ob bei den verschiedenen Säugern trotz aller scheinbaren Differenz doch eine Uebereinstimmung herrscht oder nicht.

§. 42.

Entwickelung der Cutis. Suchen wir uns ein Gesammtbild über die Entwickelung der Lederhaut im weitern Sinne beim Fötus zu entwerfen, so möchte es folgendes sein. Die Lederhaut besteht anfänglich aus Zellen, welche zwar nicht beim Menschen, aber bei Thieren (z. B. beim Frosch) leicht auf die ersten Bildungszellen der Embryonen zurückzuführen sind. Von diesen Zellen verwandelt sich ein guter Theil in Bindegewebe, indem dieselben spindelförmig werden, verschmelzen und in Fibrillenbündel übergehen, und zwar findet dieser Vorgang allem Anscheine nach zuerst in der *Fascia superficialis*, dem Unterhautzellgewebe, dann in der *Pars reticularis corii* und zuletzt in der Papillenschicht Statt. Ein anderer Theil von Zellen wird zu Gefässen und Nerven, wie sich dies zum Theil auch beim Menschen, sehr schön bei Batrachiern (s. meine Abhandlung in *Ann. d. sc. nat.* 1846), verfolgen lässt, ein dritter endlich gestaltet sich durch Vergrösserung und Fettbildung im Innern zu Fettzellen und elastischen Fasern (siehe oben §. 27). Sind einmal die

ersten Anlagen aller Theile gegeben, so bilden sich dieselben auf zum Theil noch nicht genau ermittelte Weise weiter. Die Lederhaut wächst offenbar von innen nach aussen, so dass die Papillen zu allerletzt entstehen und sich entfalten, zum Theil durch Wachsthum ihrer ursprünglichen Elemente, zum Theil auf Kosten von Zellen, die wohl unzweifelhaft keine neugebildeten sind, sondern von den ursprünglichen Bildungszellen herrühren. Die Fetthaut nimmt ebenfalls zu, theils durch Vergrösserung ihrer anfänglichen Zellen, theils durch Nachbildung anderer, so wie auch von Bindegewebe und Gefässen. So wächst die Haut auch nach der Geburt noch lange weiter (bei Kindern unter 7 Jahren z. B. ist die Lederhaut nach *Krause* nur halb so dick als beim Erwachsenen), bis endlich, jedoch in einer noch unbestimmten Zeit, die Neubildung von Zellen und wohl viel später erst die Ausdehnung der schon gebildeten Elemente, der Zellen und Fasern u. s. w. aufhört. Die Fettzellen des Erwachsenen, an denen das Wachsthum besonders deutlich sichtbar ist, übertreffen nach *Harting* in der Augenhöhle zweimal, in der Handfläche dreimal die des Neugebornen, woraus sich auch ergiebt, dass dieselben in Relation zu den Körpertheilen, denen sie angehören, sich vergrössern.

Die Haut ist bei zweimonatlichen Embryonen 0,006—0,01''' dick und einzig und allein aus Zellen gebildet. Im dritten Monat beträgt sie 0,06''' und hat schon ziemlich deutliches Bindegewebe. Im vierten Monat entstehen die ersten Fetträubchen und die Leistchen der Hand und der Sohle. Im sechsten Monat misst die Haut 0,5—0,7''' und bilden sich die Papillen. Vom siebenten Monat an verstärkt sich der *Panniculus adiposus* ungemein und wird bis zur Geburt relativ mächtiger als beim Erwachsenen.

Von pathologischen Verhältnissen hebe ich hervor, dass namentlich die Papillen der Haut mannigfachen Entartungen unterworfen sind, in Folge welcher sie eine oft sehr beträchtliche Grösse (bei *Ichthyosis*, Warzen aller Art, Hauthörnern) annehmen, selbst Verästelungen zeigen können (*Condylome*, Hühneraugen, *Virchow*). In diesen Fällen ist die übrige Cutis oft auch hypertrophisch, wie es auch mit dem *Panniculus adiposus* geschehen kann, der auch für sich allein als Fettgeschwulst, *Lipom*, vergrössert erscheint. Nach Zerstörungen regenerirt sich die Cutis nur unvollkommen und namentlich erzeugen sich die Papillen nicht wieder. Beim Abmagern werden die Fettzellen kleiner, fettarm oder selbst nur serumhaltig, letzteres namentlich bei mit Wasser infiltrirtem Unterhautgewebe, in welchem Falle sternförmige Zellen, ähnlich Bindegewebskörperchen, aus ihnen sich hervorbilden (Mikr. Anat. II. 1. Fig. 9); dagegen weiss man noch nichts von einem gänzlichen Schwinden der Zellen und füllen sich wohl bei Wiederherstellung des *Panniculus* diese Zellen einfach wieder mit Fett. Bei Fettsucht entstehen offenbar neue Fettzellen in Masse, in welchem Falle vielleicht die Bindegewebskörperchen oder hie und da (Netz, *Scrotum*) zerstreut unter andern vorkommende mehr embryonale fettarme Zellchen eine Rolle spielen.

B. Oberhaut.

§. 43.

Die Lederhaut ist an allen Stellen von einer gefäss- und nervenlosen, einzig und allein aus Zellen gebildeten, halbdurchsichtigen Haut, der Oberhaut, *Epidermis*, überzogen, die sich allen Vertiefungen und Erhabenheiten derselben genau anschmiegt und desswegen an ihrer innern Fläche das genaue Abbild der äussern Fläche der Lederhaut darbietet, in der Weise, dass, wo

die letztere eine Erhabenheit zeigt, in ersterer eine gleichgeformte Vertiefung sich findet und umgekehrt. Auch an ihrer äussern Fläche wiederholt die Oberhaut in etwas die Gestalt der Lederhaut, indem wenigstens die bedeutenderen Erhebungen und Senkungen derselben, wie die Leisten der Handfläche und Fusssohle, die Furchen an den Gelenken, Muskelinsertionen u. s. w. auch in ihr, die letztern selbst stärker sich ausprägen, während allerdings die Papillen gar kein oder ein kaum erkennbares Vortreten derselben bewirken.

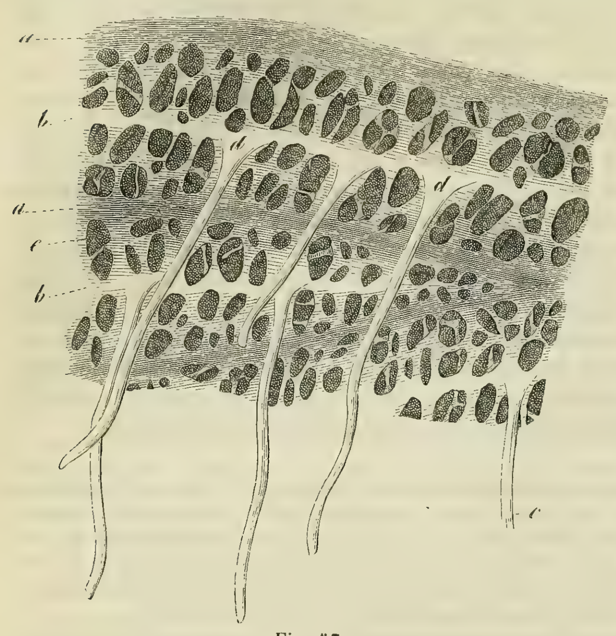


Fig. 57.

Die Oberhaut besteht aus zwei Lagen, die in chemischer und morphologischer Beziehung von einander abweichen und durch eine ziemlich scharfe Grenze von einander geschieden sind, nämlich aus der Schleimschicht und Hornschicht.

§. 44.

Die Schleimschicht, *Stratum Malpighii*, *Rete* oder *Mucus Malpighii* vieler Autoren, ist der innere, unmittelbar an die Lederhaut stossende, fast überall wellenförmig verlaufende Theil der Oberhaut, der an vielen Orten schon dem blossen Auge durch seine weissliche oder in verschiedenen Nuançen braune Farbe von der Hornschicht sich unterscheidet und durch weiche, leicht zerstörbare, eigenthümlich gelagerte, kleine Zellen sich characterisirt.

Die Form dieser Zellen, so wie ihre Lagerung sind nicht an allen Orten gleich. Die innersten derselben (Fig. 58 *b*), die ohne dazwischen gelagerte freie Kerne oder halbflüssige Substanz in einfacher Lage unmittelbar der freien Fläche der Lederhaut aufsitzen, sind länglich, wie Zellen des Cylinderepithelium und stehen senkrecht auf der Lederhaut; ihre Länge beträgt von 0,0033—0,006‴, ihre Breite 0,0025—0,003‴. Auf dieselben folgen an den meisten Gegenden unmittelbar länglichrunde oder selbst runde Zellen von

Fig. 57. Oberhaut der Handfläche von innen. *a*. Riffe entsprechend den Furchen zwischen den Cutisleistchen, *b*. solche entsprechend den Furchen zwischen den Papillenreihen, *c*. Schweisscanäle, *d*. breitere Insertionsstellen derselben an der Oberhaut, *e* Vertiefungen für die einfachen und zusammengesetzten Papillen.

0,003—0,004‴ in mehrfacher Schicht, nur an einigen Orten, wie an Hand und Fuss, am freien Rande der Lider, an der Schleimschicht der Nägel und Haare (siehe unten), sind hie und da zwischen die runden und länglichen Zellen noch eine, zwei und selbst drei Lagen gleichfalls länglicher und senkrecht stehender Elemente eingeschoben, so dass dann die Schleimschicht der mehrfachen senkrecht stehenden Zellenlagen wegen bei stärkeren Vergrösserungen in ihren tiefsten Lagen ein streifiges Ansehen erhält. Dieses Verhältniss fällt um so mehr ins Auge, als die übrigen Elemente der Schleimschicht, je weiter man dieselben von den ersten runden Zellen an nach aussen verfolgt, um so mehr in einer andern Richtung sich verschmälern, nämlich horizontal sich abplatten (Fig. 58 *c*) und endlich in den obersten Schichten in 0,006—0,016‴ breite und lange, 0,002—0,008‴ dicke Bläschen sich umgestalten. Zugleich nehmen dieselben in Folge gegenseitigen Druckes eine mehr oder weniger polygonale Gestalt an, die auch an isolirten Zellen zu erkennen ist.

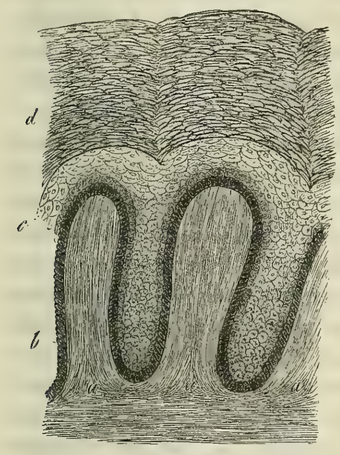


Fig. 58.

Alle Zellen der Schleimschicht stimmen in ihrem Bau im Wesentlichen überein und sind mit Flüssigkeit prall gefüllte kernhaltige Bläschen. Ihre Membran ist blass, an den kleinsten oft schwer nachzuweisen, oft ganz deutlich, immer zart, an den grösseren stärker, jedoch bei weitem derjenigen der Zellen der Hornschicht nicht zu vergleichen. Der Inhalt ist nie ganz flüssig, aber auch, die gefärbte Oberhaut ausgenommen (siehe unten), normal nie mit grösseren Gebilden, Körnern oder Fetttropfen z. B., versehen, sondern fein granulirt mit verschieden deutlich ausgeprägten Körnchen, die ohne Ausnahme in den äusseren Zellen spärlicher werden. Der Kern endlich ist in den kleinsten Zellen klein (0,0015—0,0025‴), in den grössern grösser (0,003—0,005‴), kugelig oder linsenförmig in den runden und abgeplatteten, länglich in den länglichen Zellen. In den grössern Zellen erscheint er deutlich als Bläschen, oft mit einem *Nucleolus* und liegt inmitten des Inhaltes central; in den kleinern ist er dem Anscheine nach mehr körnig oder homogen, ohne sichtbaren *Nucleolus* und so gelagert, dass er nicht selten die Zellenwände da oder dort berührt.

Die Zellen der Schleimschicht werden durch verdünnte kaustische Alkalien blass, quellen auf und lösen sich bald, und zwar die tiefsten Lagen zuerst, in eine schleimige Masse auf. Essigsäure greift diese Zellen viel weniger an und ist besonders zur Untersuchung derselben zu empfehlen.

Fig. 58. Haut des Negers (vom Schenkel) im senkrechten Durchschnitt, 250mal vergr. *aa*. Cutispapillen, *b*. tiefste, intensiv gefärbte Lage senkrecht stehender länglicher Zellen der Schleimschicht, *c*. obere Schleimschichtlage, *d*. Hornschicht.

§. 45.

Die **Hornschicht**, *Stratum corneum*, bildet den äussern halbdurchsichtigen, beim Weissen farblosen Theil der Oberhaut, der fast durchweg aus gleichmässig gebildeten, in Plättchen umgewandelten Zellen besteht. Die untersten Plättchen gleichen den obersten Zellen der Schleimschicht noch sehr, dagegen finden sich schon in der zweiten und dritten Lage die bedeutend abweichenden **Epidermis-** oder **Hornplättchen**. Dieselben (Fig. 59. 1, 2, 3) sind wirkliche Plättchen von mässiger Dicke, die in den unteren und mittleren Theilen der Hornschicht eine noch ziemlich regelmässige polygonale, 4, 5 bis 6eckige Gestalt, und glatte Flächen besitzen, in den oberen Lagen dagegen unregelmässige Umrisse annehmen, verschiedentlich sich krümmen und biegen und daher oft wie gerunzelt und gefaltet erscheinen. Diese Plättchen müssen als ganz abgeplattete und mit einer ganz geringen Menge einer zähen Flüssigkeit versehene Zellen und nicht, wofür ihr Ansehen zuerst spricht, als homogene, durchweg aus derselben Substanz gebildete Lamellen angesehen werden, denn sie quellen durch Zusatz verschiedener Reagentien, namentlich von Essigsäure und von kaustischem Kali und Natron auf und nehmen die Gestalt von Bläschen an (Fig. 60); hierbei wird zugleich auch ersichtlich, dass in einigen wenigen derselben, jedoch lange nicht bei der Mehrzahl und namentlich in den mittleren und inneren Theilen der Hornschicht noch ein rudimentärer Kern in Gestalt eines platten, homogenen, rundlichen oder länglichen Körperchens von 0,003—0,004‴ Länge und 0,002—0,003‴ Breite vorkommt, das, besonders von der Seite gesehen, seiner alsdann dunkleren Contouren

Fig. 59.

Fig. 59. Hornschichtplättchen des Menschen 350mal vergr. 1. Ohne Zusätze von der Fläche, eines mit einem Kern. 2. Von der Seite. 3. Mit Wasser behandelt, granulirt und dunkler. 4. Kernhaltiges Plättchen, wie sie an der Aussenseite der *Labia minora* und an der *Glans penis* vorkommen.

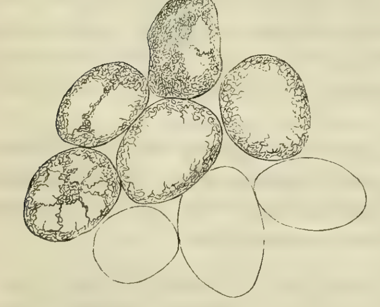


Fig. 60.

Fig. 60. Mit *Kali conc.* gekochte und aufgequollene Hornplättchen mit theilweise und ganz aufgelöstem Inhalt, 350mal vergr.

wegen leichter zu erkennen ist. An den *Labia majora* (innen) und *minora*, so wie an der *Glans penis* und dem *Praeputium* (innen) sind diese Kerne in allen Plättchen vorhanden (Fig. 59. 4). — Die Grösse der Plättchen der gewöhnlichen Hornschicht variirt von 0,008—0,02‴ und misst im Mittel 0,010—0,016‴.

Während das *Stratum Malpighii*, die obersten Zellenlagen ausgenommen, nur undeutlich geschichtet ist, findet sich in der Hornschicht durchweg eine deutliche Schichtung in der Weise, dass ihre Plättchen durch Aneinanderlagerung in der Fläche eine, je nach der Dicke der Hornschicht, verschiedene Zahl von Blättern bilden (Fig. 58). Von diesen Blättern, die jedoch nicht als scharf von einander getrennte einfache Zellenlagen gedacht werden dürfen, sondern in der Fläche unter sich zusammenhängen und nur zu mehreren, namentlich leicht an gekochter und macerirter Oberhaut, mit dem Messer darzustellen sind, zeigen die innersten eben so wie das *Stratum Malpighii in toto* betrachtet, überall wo Papillen sich finden, einen wellenförmigen Verlauf, springen an den Spitzen der Papillen nach aussen vor und senken sich zwischen dieselben nach innen ein. In besonders ausgezeichnetem Grade hat dies an allen den Stellen statt, wo sehr entwickelte Papillen und ein nicht zu dickes *Rete Malpighii* sich finden, besonders an der Handfläche und Fusssohle, indem hier (siehe die Figur bei den Schweissdrüsen) die Hornschicht so tief zwischen die Papillen eindringt, dass ihre untersten Zellen in einer Linie mit der halben Höhe der Papillen stehen; wo die Papillen kleiner sind, senkt sich die Hornschicht weniger zwischen dieselben hinein oder liegt selbst ganz eben auf dem *Stratum Malpighii*, was auch da der Fall ist, wo die Papillen fehlen. Demnach ist die Grenzlinie zwischen Hornschicht und *Stratum mucosum* auf senkrechten Schnitten bald eine gerade, bald eine Wellenlinie mit niedrigeren oder höheren Erhebungen und Senkungen. Die übrigen Theile der Hornschicht nehmen, je weiter sie von der Schleimschicht sich entfernen, einen um so weniger gebogenen Verlauf an, doch kann man nicht bloss an Hand und Fuss, wo bekanntlich die Leistchen des Corium auch äusserlich an der Oberhaut ausgeprägt sind, sondern auch noch an manchen andern Orten, an senkrechten Schnitten, in den obersten Lagen einen leicht welligen Verlauf der Blätter wahrnehmen, und schon aus den einzelnen Erhebungen die Stellen ersehen, wo in der Tiefe Papillen sitzen. — In den einzelnen Lamellen stehen die Plättchen zum Theil regellos, zum Theil wie um die Ausführungsgänge von Drüsen und Haarbälgen und an der Handfläche und Sohle auch um die Papillen herum, kreisförmig angeordnet, wie am leichtesten an den Mündungen der Schweissdrüsen zu sehen ist.

Schon *Bruns*, *Todd* und *Bowman*, *Valentin* und *Bruch* empfehlen die Alkalien zur Untersuchung der Epidermisgebilde, doch sind dieselben erst von *Donders* (*Mulder's* phys. Chemie, p. 527 u. fg. und Holländische Beiträge I. u. II.) in ihrer ganzen Wichtigkeit gewürdigt worden. Jetzt sind dieselben als zur Untersuchung der Horngebilde namentlich ganz unentbehrliche Reagentien allgemein anerkannt, doch möchte mit *Paulsen* (*Obs. microchem. etc. Dorpat* 1848) u. *Reichert* (*Müll.* Arch. 1847. Jahresber.) zu empfehlen sein, sich immer nur ganz bestimmter Lösungen zu bedienen. Auch kann ich es als sehr zeitersparend anrathen, die zu untersuchenden Gebilde mit den erwähn-

ten und andern Reagentien in Reagenzgläschen in der Wärme zu behandeln, wie ich es schon bei Untersuchung der Holzfaser bei den Thieren (*Annal. d. sc. natur.* 1846) gethan.

§. 46.

Die Farbe der Epidermis anlangend, so ist, wie schon erwähnt, beim Weissen die Hornschicht durchscheinend und farblos oder leicht ins Gelbliche spielend, die Schleimschicht gelblichweiss oder verschiedentlich bräunlich gefärbt. Am intensivsten bis zum schwarzbraunen gehend ist die Färbung im Warzenhofe und an der Brustwarze, vor allem beim Weibe zur Zeit der Schwangerschaft und bei Frauen, die schon geboren, schon weniger an den *Lab. majora*, dem *Scrotum* und Penis, wo dieselbe übrigens sehr variirt, bald sehr deutlich ist, am unbedeutendsten in der Achselhöhle und um den *Anus* herum. Ausser diesen Stellen, die bei den meisten Individuen mehr oder weniger, bei dunklem Teint mehr als bei hellem, gefärbt sind, lagert sich dann noch an verschiedenen andern Orten, bei Schwangern in der *Linea alba* und im Gesicht (rhabarberfarbene Flecken), bei Individuen, die den Sonnenstrahlen mehr oder weniger ausgesetzt sind, an den unbedeckten Hautstellen, endlich bei solchen mit dunklem Teint fast über den ganzen Körper ein stärkeres oder schwächeres, oft sehr dunkles Pigment an, das ebenfalls im *Stratum Malpighii* wurzelt. Der Sitz dieser Färbungen sind nicht besondere Pigmentzellen, sondern die gewöhnlichen Zellen der Schleimschicht, um deren Kerne ein feinkörniger oder mehr homogener Farbstoff oder wirkliche Pigmentkörnchen abgelagert sind. Bei leichten Färbungen der Haut sind meist nur die Kerngegenden und zwar nur die der alleruntersten Zellenschicht betheiligt, so dass man auf senkrechten Hautschnitten die Papillen von einem gelblichen Saume begrenzt findet (S. m. Mikr. Anat. Taf. I. Fig. 2); dunklere Nüancen werden theils dadurch hervorgebracht, dass die Färbung auf 2, 3, 4 und mehr Zellenschichten und auf den ganzen Zelleninhalt sich erstreckt, theils beruhen sie auf dunklerer Färbung der tiefsten Zellenschicht, welche beiden Momente gewöhnlich mit einander vereint sind. Auch die Hornschicht der gefärbten Hautstellen ist nach *Krause* in den Wandungen der Zellen leicht gefärbt, was sich jedoch nur bei ihrer Vergleichung mit derjenigen ungefärbter Hautpartieen und nur an stärker gefärbten Stellen zeigt. — Beim Neger und den übrigen farbigen Menschenstämmen ist es ebenfalls nur die Oberhaut, welche gefärbt ist, während die Lederhaut sich ganz wie beim Europäer verhält, doch ist das Pigment viel dunkler und ausgebreiteter. Beim Neger (Fig. 58. Mikr. Anat. Taf. I. Fig. 4. *a*), bei dem sich die Epidermis in Bezug auf Anordnung und Grösse ihrer Zellen ganz wie beim Europäer verhält, sind die senkrecht stehenden Zellen der tiefsten Theile der Schleimschicht am dunkelsten, dunkelbraun oder schwarzbraun und bilden einen scharf gegen die helle Lederhaut abstechenden Saum. Dann kommen hellere, jedoch immer noch braune Zellen, welche besonders in den Vertiefungen zwischen den Papillen stärker angehäuft sind, jedoch auch an den Spitzen und Seitentheilen derselben in mehreren Lagen sich finden, endlich folgen an der Grenze gegen die Hornschicht braungelbe oder gelbe, oft ziemlich blasse, mehr durchscheinende Lagen. Alle diese Zellen sind mit Ausnahme der Membranen durch und

durch gefärbt und zwar vor allem die um die Kerne gelegenen Theile, welche in den innern Zellenschichten weitaus die dunkelsten Gegenden der Zellen sind. Auch die Hornschicht des Negers hat einen Stich ins Gelbe oder Bräunliche. — In der gelblich gefärbten Haut eines Malaienkopfes der anatomischen Sammlung in Würzburg finde ich dasselbe, was ein dunkelgefärbtes *Scrotum* eines Europäers darbietet. — Demzufolge unterscheidet sich die Oberhaut der gefärbten Raçen in nichts Wesentlichem von derjenigen der gefärbten Stellen der Weissen und stimmt selbst mit der Haut einzelner Gegenden (Warzenhof namentlich) fast ganz überein.

Pathologische Pigmentirungen der Oberhaut (Sommersprossen, Muttermäler etc.) verhalten sich nach *Simon, Krause, Bärensprung* und dem, was ich sah, ganz, wie die intensiver gefärbten Stellen der Weissen und wie Negerhaut. Wohl davon zu unterscheiden sind Pigmentirungen der Lederhaut und der Papillen, wie man sie in Narben, nach chronischen Hautentzündungen und manchmal, wie bei *Ichthyosis* und manchen *Naevis*, zugleich mit gefärbter Oberhaut beobachtet, bei denen das Pigment direct aus Blutkörperchen und ihrem Farbestoff sich entwickelt. Fälle von partiell oder total weissen Negern und schwarzen Europäern, nicht in Folge einer Veränderung des Klima's sondern durch einen angebornen oder nachträglich entstandenen abnormen Zustand der Haut werden viele gemeldet (vergl. *Hildebrandt-Weber* II. p. 525, *Flourens Compt. rend. XVII.*), doch wird in der Zukunft wenigstens bei dunklern Färbungen der Europäer zu berücksichtigen sein, dass dieselben auch durch abgelagerten Gallenfarbstoff entstehen können.

§. 47.

Die Dicke der gesammten Oberhaut schwankt zwischen $^1/_{75}$ und $1^2/_3'''$, was besonders von der wechselnden Mächtigkeit der Hornschicht abhängt, und beträgt an den meisten Orten zwischen $^1/_{50}$ und $^1/_{10}'''$.

Das Verhältniss der Schleimschicht und Hornschicht zu einander anbelangend, so finde ich an den einen Gegenden die erstere constant dicker als die letztere, und zwar im Gesicht an allen Stellen, an der behaarten Kopfhaut, am Penis, der Eichel, dem *Scrotum*, der Brustwarze und Brusthaut beim Manne, an den grossen und kleinen Schamlippen, am Rücken und Halse. Hier übertrifft die Schleimschicht, je nachdem man ihre Höhe von der Basis oder der Spitze der Papillen aus misst, die Hornschicht um das drei- bis sechsfache oder zwei- bis dreifache; an einigen der genannten Orte kommt jedoch auch das *Stratum Malpighii* an seinen dünnsten Theilen der Hornschicht gleich, wie an der Eichel. An den übrigen Körpergegenden sind entweder beide Schichten sich gleich, wie im äussern Gehörgang, und hie und da an der Beugeseite der zwei ersten Abschnitte der Extremitäten, oder die Hornschicht übertrifft die Schleimschicht um das zwei- bis fünffache, an den dicksten Stellen selbst um das zehn- und zwölffache.

Die absolute Dicke schwankt beim *Stratum Malpighii* (an der Basis der Papillen) zwischen 0,007 und 0,16'''; da, wo dasselbe stärker ist als die Hornschicht, misst es im Mittel 0,04''', wo es schwächer ist 0,01—0,02'''. Die Hornschicht misst auf der einen Seite an vielen Orten nur 0,005''', an andern bis 1''' und darüber; wo sie das *Stratum Malpighii* übertrifft, beträgt sie meist 0,1—4''', wo sie demselben nachsteht 0,01'''.

§. 48.

Physikalische und chemische Verhältnisse. Die Oberhaut ist wenig elastisch, im lebenden Zustande biegsam und nicht leicht brechend, weicher in den tiefern als in den obern Schichten. Ihre Zellen enthalten weder in ihren Membranen, noch zwischen sich nachweisbare Poren (abgesehen von den Schweisscanälen und Haarbälgen, die mit ihren äussersten Theilen gewissermaassen in der Oberhaut ausgegraben sind), und bilden eine sehr feste, schwer durchdringliche Masse. Vielfache Versuche, namentlich von *Krause*, lehren, dass die Hornschicht der Oberhaut tropfbare Flüssigkeiten, die nicht chemisch auf ihr Gefüge einwirken, wie Mineralsäuren und kaustische Alkalien, weder durch Poren, noch durch Imbibition, noch durch Endosmose und Exosmose durchdringen lässt, wohl aber dunstförmige oder sich leicht verflüchtigende Substanzen (Alkohol, Aether, Essigsäure, Ammoniak, Lösungen von Eisenchlorid in Aether, von essigsaurem Blei in Alkohol) aufnimmt oder abgiebt (Hautdunst), welcher Schluss durch den nicht zu leugnenden Uebergang von Wasser, tropfbar flüssigen Substanzen, Salben und selbst festen Körpern (Schwefel, Zinnober, Quecksilber) durch die unverletzte Oberhaut nicht entkräftet wird, da in diesen Fällen ein mechanisches Eintreiben der Substanzen in und durch die Schweisscanäle und Haarbälge oder ein Eindringen derselben in Schweisscanäle und Mengung mit dem Schweisse die Resorption erklärt. Die Schleimschicht ist auf jeden Fall für tropfbar flüssige Substanzen leicht durchdringlich, was auch die pathologische Anatomie zur Genüge lehrt (Exsudate, die die Schleimschicht durchsetzen und die Hornschicht blasenförmig abheben, leichte Resorption nach Ablösung der Hornschicht und obersten Schleimschichtlage durch Vesicantien).

In chemischer Beziehung weiss man zwar wohl, wie die Zellen und Plättchen der Oberhaut gegen einzelne Reagentien sich verhalten, dagegen existirt noch keine ganz entsprechende Totalanalyse der Oberhaut mit Berücksichtigung ihrer zwei so verschieden beschaffenen Lagen und sind auch die organischen in ihr vorkommenden Verbindungen nicht hinlänglich bekannt.

Der sogenannte Hornstoff, der die Membranen der Hornplättchen bildet, ist in Wasser unlöslich, in concentrirten Alkalien und concentrirter Schwefelsäure in der Wärme leicht löslich, daher auch die Haut, mit diesen Flüssigkeiten benetzt, sich schlüpfrig, fettig anfühlt, doch bleibt ein kleiner, in Alkalien unlöslicher Rückstand; auch concentrirte Essigsäure löst denselben, nachdem er vorerst gallertig geworden, auf, wodurch er von der Proteinverbindung der Haare sich unterscheidet. Sein Schwefelgehalt ist geringer als bei den Haaren und Nägeln, woher es auch rühren mag, dass Salze von Blei, Quecksilber und Wismuth nur die Haare, nicht aber die Oberhaut färben. — Die Oberhaut fault nicht; sie schmilzt im Feuer ohne sich zu biegen oder aufzublähen und verbrennt mit klarer Flamme. Ueber das genauere mikrochemische Verhalten der Epidermiszellen siehe meine Mikr. Anat. II. p. 58.

§. 49.

Wachsthum und Regeneration. Die Oberhaut besitzt kein auf innern Ursachen beruhendes, in den Lebensverhältnissen ihrer Zellen oder dem

der Lederhaut begründetes, beständig andauerndes Wachsthum, und ist eigentlich ein stabiles Gebilde, das in seinen Elementartheilen nicht wechselt, sondern, ähnlich etwa einem Knorpel, alle seine Lebensenergie dahin richtet, sich im Ganzen (Dicke der ganzen Oberhaut, Verhältniss des *Rete Malpighii* zur Hornschicht) und in seinen einzelnen Theilchen immer gleich zu erhalten. Da nun aber eine Entfernung der äussern Schichten, wenn auch nicht mit Nothwendigkeit, doch zufällig über den ganzen Körper in bedeutenderer oder unbedeutenderer Weise fast immer vorkömmt, so ist die Oberhaut doch so zu sagen beständig in dem Ersatze des Verlorenen begriffen oder wachsend, und giebt sich auch ihr vegetatives Leben auf eine merklichere Weise kund. Mag nun das eine oder das andere stattfinden, so sind es die Lederhaut und ihre Gefässe, aus denen die Flüssigkeiten stammen, welche die Oberhaut bedarf. An jedem Orte durchzieht, so dürfen wir annehmen, entsprechend dem anatomischen und physiologischen Verhalten der Gefässe der *Cutis* und der Dicke der Oberhaut, eine gewisse bestimmte Menge von Plasma die letztere, welches, wenn sie nicht wächst, abgesehen von dem mehr Wässerigen, das zur Bildung des Hautdunstes dient, einfach ihre Zellen und Plättchen erfüllt und lebenskräftig erhält und höchstens zeitweise stärkere Pigmentansammlungen im *Rete Malpighii* bedingt. Werden dagegen ihre äussern Lagen entfernt, so wird gewissermaassen Plasma frei und verwendbar und dann tritt Regeneration ein, welche, wenn sie beständig fortgeht, auch Wachsthum heissen kann. Bei diesem zeigt sich das vegetative Leben der Epidermiszellen am deutlichsten, namentlich im *Rete Malpighii*, wo es auf jeden Fall am intensivsten ist, besonders durch Vermehrung der Zellen, Wachsthum derselben und durch chemische Umwandlungen sich äussernd, in Folge welcher dieselben schliesslich zu Hornplättchen sich gestalten. In der Hornschicht sind die Erscheinungen weniger hervortretend, doch ist auch sie selbst in den obersten Schichten keineswegs als unthätig anzusehen, keine abgestorbene Materie, wie am Besten daraus hervorgeht, dass sie unter gewissen Verhältnissen, nämlich bei abnormen Zuständen der Lederhaut oder der Quelle, aus der sie sich ernährt, bald hypertrophirt, bald ganz abstirbt. Eine genauere Einsicht in das Leben der Epidermiszellen ist uns jedoch noch nicht vergönnt, und daher sind wir auch nicht im Stande zu entscheiden, welche der von ihnen dargebotenen Erscheinungen auf Rechnung ihrer eigenen Thätigkeit oder derjenigen der Beschaffenheit des sie ernährenden Plasma's kommen. Das letztere ist auf jeden Fall von der grössten Bedeutung für die Epidermis und es ist mehr als wahrscheinlich, dass die meisten ihrer eigenthümlichen Verhältnisse, wie ihre typisch verschiedene Dicke an verschiedenen Körpergegenden, das verschiedene Verhalten des *Stratum Malpighii* zur Hornschicht, ihre pathologischen Zustände auf quantitativen und qualitativen Abweichungen desselben beruhen. Wovon es ferner abhängt, dass in der *Malpighi*'schen Schicht die Veränderungen der Zellen viel bedeutender sind als in der Hornschicht, deren Elemente sich alle so ziemlich gleichen, ist ebenfalls noch nicht klar, eben so wenig als die Ursache der ziemlich scharfen Grenze zwischen beiden Schichten, ein Verhältniss, das beim Nagel in noch auffallenderer Weise sich zeigt und zur Annahme zwingt, es gehe bei der ersten Bildung und bei dem Wachsthume der Epider-

mis und des Nagels an Einem Punkte auf einmal eine sehr bedeutende Veränderung mit ihren Zellen vor, was eben ihr Zerfallen in zwei Lagen bedinge.

In der tiefen Hautfalte, die die *Glans penis* und *clitoridis* umgiebt, hat eine beständige Abstossung und Neuerzeugung der hier weichen und kernhaltigen Epidermisschüppchen statt, wodurch ein besonderes Secret, die Vorhautschmiere, *Smegma praeputii*, erzeugt wird, an dessen Bildung übrigens, wenigstens beim Manne, auch noch das Secret der Talgdrüsen der Vorhaut (s. unten) sich betheiligt. Eine Häutung oder Abstossung der gesammten Hornschicht der Oberhaut in ausgedehnterem Grade, wie sie beim Embryo und bei vielen Thieren vorkommt, findet sich beim Menschen, ausser bei gewissen Krankheiten, nicht. Dagegen zeigt sich die Regenerationsfähigkeit derselben auch noch in anderer als in der oben geschilderten Weise. Ausgeschnittene Oberhautstückchen nämlich ersetzen sich sehr leicht und ziemlich rasch, sobald die Lederhaut nicht verletzt ist, und zwar nicht durch unmittelbare Ablagerung von Oberhaut in die Wunde, sondern nur durch Nachwachsen der ganzen Oberhaut aus der Tiefe, welche unzweifelhaft nicht durch eine Neubildung von Zellen, sondern durch eine Vermehrung der Zellen der *Malpighi*'schen Schicht durch Theilung erfolgt, bei welcher wohl vor Allem, wenn nicht ausschliesslich, die tiefste Lage dieser Schicht betheiligt ist, in welcher Beziehung jedoch genauere Untersuchungen immer noch mangeln. Ist die Lederhaut mit verletzt, so bildet sich zwar auf der sie ersetzenden Narbensubstanz wieder eine Oberhaut, allein ohne die frühern Furchen und Erhabenheiten an der innern und äussern Oberfläche, weil auch die neue *Cutis* keine Papillen und Leistchen besitzt. Ist die Oberhaut durch scharfe Substanzen, *Tartarus stibiatus* z. B., kurze Einwirkung höherer Wärmegrade u. s. w. in Blasen abgehoben, so heilt die Wand der letzteren, welche aus der Hornschicht und einigen Zellenlagen der Schleimschicht besteht, nie mehr an, sondern es bildet sich nach und nach aus der Hauptmasse der Schleimschicht, die meist auf den Papillen liegen bleibt, eine neue Hornschicht. Pathologische Verdickungen der Epidermis sind äusserst häufig (bei Hühneraugen, Schwielen, Ichthyosis, Hauthörnern u. s. w.) und kann dieselbe in solchen Fällen eine colossale Dicke und auch besondere Structurverhältnisse, namentlich auch einen mehr faserigen Bau erlangen.

§. 50.

Entwickelung der Oberhaut. Die ersten Epidermislagen entstehen bei Säugethieren durch Umwandlung der oberflächlichsten der ursprünglichen, junge Embryonen zusammensetzenden Bildungszellen. Sind einmal das *Stratum Malpighii* und die Hornschicht in ihren ersten Andeutungen gegeben, so nimmt das erstere durch Vermehrung seiner Elemente immer mehr an Dicke zu, während die Hornschicht behufs ihrer eigenen Massenzunahme und zum Ersatze dessen, was sie durch Abschuppung verliert, gerade wie beim Erwachsenen aus demselben sich rekrutirt. Die Ausdehnung der Oberhaut in die Fläche anlangend, so ergiebt sich, wie *Harting (Recherch. micrométr. p. 47)* richtig bemerkt, daraus, dass die Epidermisschüppchen des Fötus und Erwachsenen in der Grösse ihrer Oberfläche sehr wenig differiren, dass dieselbe nur dem geringsten Theile nach auf Rechnung der Vergrösserung ihrer Elemente zu setzen ist. Es bleibt demnach nichts anderes übrig, als, entsprechend dem grossen Flächenwachsthum der *Cutis* und des *Rete Malpighii* und der geringen Ausdehnungsfähigkeit der Hornschichtlagen, eine Reihe von Desquamationen der letztern anzunehmen, welche mithin, wenn meine Annahme richtig ist, auch noch nach der Geburt nachzuweisen sein müssten. Ueber die genaueren Verhältnisse der Oberhaut bei Embryonen siehe meine Mikr. Anat. II. 1. §. 21.

Während des embryonalen Lebens kommt eine mehrmals wiederholte Abschuppung der Oberhaut vor. Eine solche ist in der zweiten Hälfte der Fötalperiode als ein energisch vor sich gehender Process mit Leichtigkeit nachzuweisen. Vom fünften Monate an nämlich findet sich eine immer mehr zunehmende Ablösung der äussersten Epidermiszellen, welche, indem sie an den meisten Orten mit dem um diese Zeit ebenfalls zuerst sich ausscheidenden Hauttalge sich vermengen, die sogenannte Fruchtschmiere, *Smegma embryonum*, oder den Käsefirniss, *Vernix caseosa*, darstellen. Diese ist eine weissliche oder gelbliche, geruchlose, schmierige Masse, welche namentlich vom sechsten Monate an die ganze Oberfläche des Fötus mit einer oft beträchtlich dicken, selbst geschichteten Lage überzieht, und namentlich an den Genitalien, den Beugeseiten der Gelenke (Achsel, Knie, Weichen), der Sohle, dem Handteller, dem Rücken, Ohr, dem Kopfe in grössern Mengen sich vorfindet, und mikroskopisch untersucht vorwiegend aus Epidermiszellen, dann aus Talgzellen und aus Fettkügelchen besteht. Nach der Geburt stösst sich das Smegma in Zeit von zwei bis drei Tagen ab und es tritt die bleibende Oberhaut zu Tage, über deren weitere Veränderungen bis zur Körperreife wenig bekannt ist. Beim viermonatlichen Kinde ist die Oberhaut unverhältnissmässig dick, was besonders auf Rechnung des *Rete Malpighii* kommt, während die Hornschicht nur wenig entwickelt sich zeigt. Das Pigment des *Rete Malpighii* entsteht bei den gefärbten Menschenraçen wie bei den Europäern erst nach der Geburt, doch färben sich bei erstern (Neger) die Ränder der Nägel, der Warzenhof und die Zeugungstheile schon bis zum dritten Tage, und am fünften und sechsten Tage verbreitet sich die Schwärze über den ganzen Körper.

Zur Untersuchung der Haut dienen senkrechte und horizontale Schnitte frischer, getrockneter und gekochter Präparate, welche mit einer indifferenten Flüssigkeit oder mit verschiedenartigen Reagentien, namentlich Essigsäure und Alkalien befeuchtet werden, über deren Wirkung schon in den einzelnen Paragraphen das Wichtigste angegeben wurde. Die Oberhaut löst sich durch Maceration, durch Kochen, und, wo sie nicht dick ist (Genitalien z. B.), auch durch Essigsäure und Natron in grossen Fetzen und leicht von der Lederhaut, so dass dann ihre untere Fläche und die Papillen des *Corium* aufs Schönste zur Anschauung kommen und die letztern auch isolirt für sich oder in einzelnen Gruppen zu erforschen sind. An frischer Haut ist ihre Stellung und Zahl an Horizontalschnitten, die durch die Papillen und die tiefen Oberhautlagen gehen, schnell und leicht zu erkennen. Ihre Gefässe studirt man an dünnen Hautstellen (Genitalien, Lippen) im frischen Zustande oder an denen der übrigen Haut an injicirten Präparaten, ihre Nerven an senkrechten Schnitten, an isolirten Papillen oder in dünnen Hautflächen (*Praeputium, Glans*, Augenlider, *Conjunctiva Bulbi*) nach Zusatz von Essigsäure und verdünntem *Natron causticum* oder nach *Gerber's* und *Krause's* Methode. *Gerber* kocht die Haut durchscheinend, legt sie einige Stunden in Terpentinöl, bis die Nerven weiss und glänzend sind, und untersucht dieselben dann an mit dem Doppelmesser geschnittenen feinen, senkrechten Lamellen. Nach *Krause* sieht man die Nerven sehr gut nach Behandlung der Haut mit Salpetersäure, wenn man das rechte Maass der Einwirkung getroffen hat. Das elastische Gewebe der Haut tritt durch Essigsäure, Natron und Kali sehr schön hervor. Die glatten Muskeln sind in der *Tunica dartos* leicht zu isoliren, schwieriger am *Penis* und im Warzenhofe, wo man schon besser mit ihnen vertraut sein muss, um sie in allen Fällen mit blossem Auge zu erkennen; an den Haarbälgen sieht man sie mit dem Mikroskop, wenn man einen Balg mit den dazu gehörenden Talgdrüsen isolirt, namentlich nach Anwendung von Essigsäure, als kleine Bündel neben und vor den Talgdrüsen und am besten und sehr leicht an senkrechten Schnitten gekochter Haut (*Henle, Eylandt, Lister*). Die Untersuchung der Fettzellen ist besonders bei magern Individuen lohnend, allwo man ihre Membranen und Kerne leicht sieht; sonst stellt man ihre Membranen durch Ausziehen des Fettes mit Aether leicht dar, schwierig die Kerne, die man aber mehr zufällig hie und da auch an gefüllten Zellen sieht. Die Oberhaut muss in ihrer *Malpighi*'schen Schicht vorzüglich frisch und mit Essigsäure und verdünntem Natron auf feinen senkrechten Schnitten erforscht werden, die Hornschicht vor Allem durch Zuziehung von Alkalien in senkrechten und Flächenschnitten, doch lösen sich ihre Elemente auch schon nach Maceration in Wasser von einander und sind

für den Geübten auch an den frischen Präparaten von der Seite und der Fläche zu erkennen.

Literatur der Haut. *Gurlt*, Vergl. Unters. über die Haut des Menschen und der Haussäugethiere etc. in *Müll.* Archiv 1835, p. 399. (Gute Abbildungen für diese Zeit). *Raschkow*, *Meletemata circa mammal. dentium evolut. Vrat.* 1835. (Erste bessere Beschreibung der Oberhautelemente unter *Purkyně's* Leitung). *Simon*, Ueber die Structur der Warzen und über Pigmentbildung in der Haut, in *Müll.* Arch. 1840, p. 167. (Pigmentirte Zellen in der Schleimschicht der Weissen). *Krause*, Artikel »Haut« in *Wagner's* Handw. der Physiol. II, 1844, p. 127. (Ausführliche, vortreffliche Abhandlung). *E. H. Weber*, Artikel »Tastsinn und Gemeingefühl« im Handw. der Phys. Bd. III. 1849. (Ausgezeichnete, vorzüglich physiologische Abhandlung). *Kölliker*, Zur Entwickelungsgeschichte der äussern Haut in Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. II. p. 67; histiologische Bemerkungen ebend. Bd. II. p. 118. *Eylandt. de musculis organicis in cute humana obviis. Dorp. Liv.* 1850. *J. Lister. Obs. on the muscular tissue of the skin in Quart. Journ. of micr. science* 1853. *A. Mercier, Note sur les fibres musculaires du mamelon* in *Gaz. méd.* 1852. p. 7. *E. Oehl, Indagini di Anat. micr. per servire allo studio dell epidermide e della cute palmare. Milano* 1857. *con* 8 *tavole.* (Sehr fleissige Arbeit). Ueber die Tastkörperchen vergl. man *R. Wagner*, in Allg. Augsb. Zeit. Jan., Febr. 1852; Gött. Nachr. 1852. Nr. 2; *Müll.* Arch. 1852. p. 493; *Kölliker*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. IV. p. 1 u. Bd. VIII; *G. Meissner*, Beiträge zur Anatomie und Phys. der Haut. Leipz. 1853; *Nuhn*, in Ill. Med. Zeit. II. Heft 2; *Gerlach*, *ibid.* *Ecker*, *Icon phys. Tab. XVII. Huxley, on the structure and relation of the corpuscula tactus, Microsc. Journal. Vol. II. p.* 3; *Dalzell, in Monthly Journal. Jan.* 1853; *Leydig* in *Müll.* Arch. 1856. — Ausserdem berücksichtige man besonders die Werke von *Simon* (Die Hautkrankheiten durch anatomische Untersuchungen erläutert, 2. Aufl. Berlin 1851); *v. Bärensprung* (Beiträge zur Anat. und Pathol der menschl. Haut, 1848) und *Krämer* (Ueber Condylome und Warzen, Göttingen 1847). Abbildungen geben *R. Wagner, Icon phys.*, *Berres*, *Tab VI. VII. XXIV.* (mit Ausnahme dessen, was die Gefässe betrifft, mittelmässig); *Arnold*, *Icon. org. sens. Tab. XI.* (recht hübsch, aber bei zu geringen Vergrösserungen gezeichnet); *Hassall Tab. XXIV. XXVI. VXVII.* (unter anderm auch Negerhaut und Areola des Weissen von innen, colorirt), ich selbst (Mikr. Anat. Taf. I.) und *Ecker*, *Icon. phys. Taf. XVII.* (sehr schön).

II. Von den Nägeln.

§. 51.

Die Nägel, *Ungues*, sind nichts als eigenthümlich umgewandelte Epidermistheile und zerfallen wie diese in zwei Lagen, in eine weiche Schleimschicht und in eine Hornschicht oder den eigentlichen Nagel.

Die Lederhautstelle, auf welcher der Nagel aufsitzt, oder das Nagelbett entspricht in ihrer Gestalt demselben genau, ist länglich viereckig, in der Mitte gewölbt, nach vorn und hinten und besonders nach den Seiten sich abdachend. Sein vorderer und mittlerer Theil liegen, wenn der Nagel sammt der Oberhaut durch Maceration entfernt ist, frei zu Tage, seine Seitenränder und sein hinterster Abschnitt dagegen sind von einem, vorn niedrigen und abgerundeten, hinten scharfen und längern Vorsprunge der *Cutis*, dem Nagelwalle, überwölbt, der in Verbindung mit dem Nagelbette eine Falte, den Nagelfalz, bildet, welche die Seitenränder und mit ihrem 2—3''' tiefen hintersten Theile die Wurzel des Nagels aufnimmt (Figg. 61. 63).

Das Nagelbett besitzt an seiner Oberfläche eigenthümliche, denen der Handfläche und Fusssohle ähnliche Leistchen (Fig. 61. *a*). Dieselben begin-

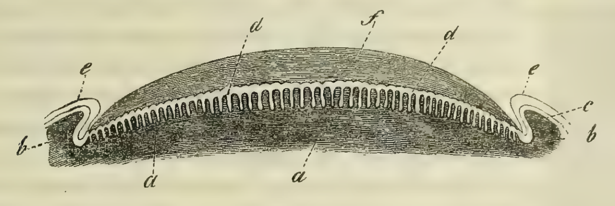


Fig. 61.

nen im Grunde des Nagelfalzes am hintern Rande des Nagelbettes und gehen, wie *Henle* (p. 270) richtig bemerkt, fast wie von einem Pole von der Mitte desselben aus. Die mittleren ziehen gerade nach vorn, die seitlichen beschreiben zuerst einen Bogen, der um so stärker ist, je weiter nach aussen die Leistchen liegen und wenden sich dann ebenfalls nach vorn. In einer Entfernung von 2½—3½‴ von ihrem Ursprunge werden dieselbe alle auf einmal höher und vorspringender und gestalten sich zu wirklichen Blättern von 0,024—0,1‴ Höhe, die geraden Weges bis fast zum vordersten Rande des Nagelbettes verlaufen und dann wie abgeschnitten enden. Die Grenze zwischen den Leistchen und Blättern hat die Gestalt einer nach vorn convexen Linie, die das Nagelbett in zwei, auch durch Färbung und Grösse verschiedene Abschnitte theilt, von denen der hintere kleinere, grösstentheils vom Nagelwalle bedeckte und blassere die Nagelwurzel, der vordere grössere und röthlich gefärbte den Nagelkörper aufnimmt. Leistchen und Blätter des Nagelbettes, deren Zahl zwischen 50 und 90 variirt, sind an ihrem Rande mit Einer Reihe kurzer, nach vorn gerichteter Papillen von 0,008—0,016‴ besetzt, welche jedoch nach *Reichert* und *Ammon* an den hintern und mittleren Theilen der eigentlichen Blätter auch fehlen können oder ziemlich weit auseinanderstehen (*R. Wagner*). Ausserdem zeigen sich, wie ich mit *Henle* finde, im Grunde des Nagelfalzes einige quere Falten mit stärkeren nach vorn gerichteten Papillen von 0,07—0,1‴; ferner vorn, wo die Blätter aufhören, ebenfalls lange, einzeln stehende Papillen. — Am Nagel der kleinen Zehe stehen die Papillen häufig nicht auf Leistchen, sondern mehr zerstreut. Der Nagelwall besitzt auf seiner untern Fläche keine Leistchen und selten hie und da eine Papille. Diese beginnen wieder ziemlich lang an seinem Rande und gehen von da auf seine obere Fläche über, welche in Nichts von der *Cutis* des Rückens der Finger und Zehen verschieden ist.

Die Lederhaut des Nagelwalles und Nagelbettes ist derb, auch in der Tiefe fettarm und in den Leistchen und Blättern sammt ihren Papillen reich an feinen elastischen Fasern. Die Gefässe sind besonders im vordern Abschnitte des Nagelbettes zahlreich, hinten, wo die Nagelwurzel aufliegt und am Nagel-

Fig. 61. Querschnitt durch den Nagelkörper und das Nagelbett, etwa 8mal vergr. *a.* Nagelbett mit seinen Leistchen (schwarz) *b.* Lederhaut der seitlichen Theile des Nagelwalles. *c. Stratum Malpighii* von ebendaselbst. *d. Stratum Malpighii* des Nagels mit seinen Leistchen (weiss). *e.* Hornschicht am Nagelwalle. *f.* Hornschicht des Nagels oder eigentliche Nagelsubstanz mit kurzen Zacken an der untern Fläche.

walle spärlicher; ihre Capillaren von 0,005—0,008‴ finden sich am Rande der Blätter, gehen, wo die Papillen derselben entwickelter sind, auch in diese ein und bilden die einzelnen Capillaren oft mehrere Schlingen (Fig. 62). Die Nerven verhalten sich in der Tiefe wie in der Haut, dagegen habe ich bis anhin weder Endschlingen noch Theilungen an ihnen sehen können und überhaupt, wie auch *R. Wagner* neulich, in den Blättern noch keine Nerven gefunden.



Fig. 62.

Am Nagel selbst unterscheidet man die Wurzel, den Körper und den freien Rand (Fig. 63). Die weichere Wurzel (Fig. 63. *l*) entspricht in ihrer Ausdehnung dem hintern, Leistchen tragenden Theile des Nagelbettes, steckt entweder ganz in dem Nagelfalze oder liegt mit einer kleinen halbmondförmigen Fläche, dem Möndchen *(Lunula)*, frei zu Tage. Ihr hinterer Rand ist zugeschärft, leicht aufwärts gebogen und der

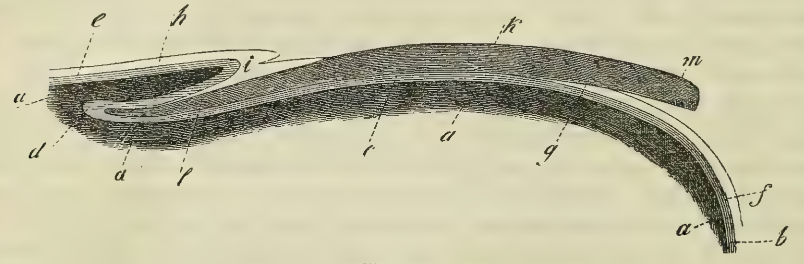


Fig. 63.

dünnste und zugleich biegsamste Theil des Nagels. Der von hinten nach vorn an Dicke und Breite zunehmende harte Körper *(k)* liegt mit seiner obern Fläche grösstentheils frei zu Tage, mit den etwas zugeschärften dünnen Rändern in den Seitentheilen des Nagelfalzes und mit der untern Fläche auf dem vordern Abschnitte des Nagelbettes; der freie Rand endlich *(m)* ist an beschnittenen Nägeln gerade nach vorn gerichtet, soll dagegen im entgegengesetzten Falle sich um die Fingerbeere nach unten krümmen und mit dem übrigen Nagel zusammen eine Länge von 2″ erreichen.

Die unterste Fläche des Nagelkörpers und der Wurzel entspricht in ihrer Gestalt genau dem Nagelbett und es finden sich daher an derselben ebenfalls Blätter und Leistchen, so wie Furchen in ähnlicher Anordnung wie auf dem Nagelbette, nur ist der Rand der Blätter hier nicht mit Papillen besetzt, sondern geradlinig, dagegen die Furchen, statt wie am Nagelbette mit ebenem Grund, zur Aufnahme der Papillen mit seichten Grübchen versehen. Indem

Fig. 62. Capillaren des Nagelbettes nach *Berres*.

Fig. 63. Längsschnitt durch die Mitte vom Nagel und Nagelbett ungefähr 8mal vergr., *a.* Nagelbett und *Cutis* von Fingerrücken und Fingerspitze, *b.* Schleimschicht der Fingerspitze, *c.* des Nagels, *d.* des Grundes des Nagelfalzes, *e.* des Fingerrückens, *f.* Hornschicht der Fingerspitze, *g.* Beginn derselben unter dem Nagelrand, *h.* Hornschicht des Fingerrückens, *i.* Ende derselben auf der obern Fläche der Nagelwurzel, *k.* Körper, *l.* Wurzel. *m.* freier Rand der eigentlichen Nagelsubstanz.

die beiderseitigen Erhabenheiten und Vertiefungen ineinandergreifen, wird eine innige Verbindung des Nagels mit der *Cutis* hervorgebracht, die dadurch noch fester wird, dass auch der Nagelwall mit seiner untern Fläche sich auf die Ränder des Nagelkörpers und auf die Wurzel auflegt.

Die Farbe des Nagels ist, so lange derselbe in seiner natürlichen Lage sich befindet, am freien Rande durchscheinend, am Körper, mit Ausnahme eines ganz schmalen helleren Saumes dicht hinter dem Anfange des freien Randes, röthlich, an der *Lunula* weisslich, welche zwei letzteren Färbungen grösstentheils von der durch den Nagel durchschimmernden Lederhaut und ihren Blutgefässen herrühren. Von der Epidermis und *Cutis* getrennt, ist der Nagel ziemlich gleichmässig weisslich durchscheinend, jedoch an der Wurzel ebenfalls etwas weisslicher als am Körper.

§. 52.

Bau des Nagels. Der Nagel besteht in der Tiefe aus einer weichen weisslichen Schleimschicht, die noch schärfer als bei der gewöhnlichen Oberhaut von der harten äussern Hornschicht oder dem eigentlichen Nagel sich scheidet. Dieselbe überzieht die ganze untere Fläche der Nagelwurzel und des Nagelkörpers, manchmal auch einen kleinen Theil der oberen Fläche der Wurzel und bildet für sich allein die oben erwähnten Blätter an der untern Fläche des Nagels. Ihre Dicke beträgt an der Wurzel ganz hinten auf der untern Seite 0,12‴, auf der obern 0,15‴, dicht hinter dem Rande der Wurzel in gerader Richtung von hinten nach vorn 0,24—0,26‴, am Nagelkörper an den Blättern mehr nach hinten zu und am Rande 0,04—0,05‴, in der Mitte 0,06‴, selbst 0,08—0,096‴ und 0,12‴, zwischen denselben endlich 0,032—0,04‴.

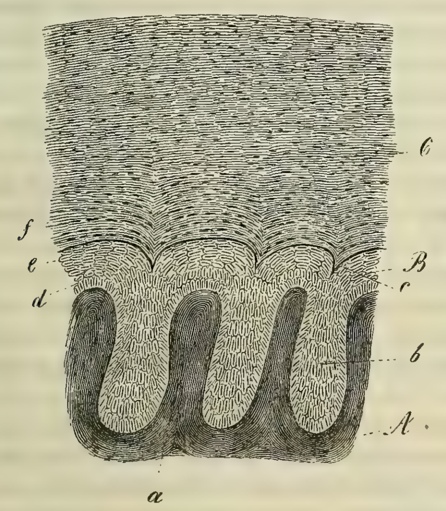


Fig. 64.

Die *Malpighi*'sche Schicht des Nagels besteht wie die der Oberhaut durch und durch aus kernhaltigen Zellen und stimmt in allem Wesentlichen mit derselben überein, ausser dass sie in der Tiefe mehrere Lagen länglicher (von 0,004—0,007‴), senkrecht stehender Zellen enthält, wodurch ein streifiges Ansehen entsteht, das

Fig. 64. Querschnitt durch den Nagelkörper, 350mal vergr. *A. Cutis* des Nagelbettes. *B.* Schleimschicht des Nagels. *C.* Hornschicht desselben oder eigentliche Nagelsubstanz. *a.* Blätter des Nagelbettes. *b.* Blätter des *Stratum Malpighii* des Nagels. *c.* Leistchen der eigentlichen Nagelsubstanz. *d.* Tiefste senkrecht stehende Zellen der Schleimschicht des Nagels. *e.* Obere platte Zellen derselben. *f.* Kerne der eigentlichen Nagelsubstanz.

Günther verleitet hat, unter dem Nagel besondere Drüsen anzunehmen. Beim Neger ist nach *Béclard (Anat. générale p.* 309*)* das *Stratum Malpighii* des Nagels schwarz und nach *Krause* (l. c. p. 124) sollen diese Zellen hier dunkelbraune Kerne enthalten, sowie gelbbräunliche bei brünetten Europäern. Nach *Hassall* (p. 252) enthalten überhaupt die jüngern Zellen des Nagels, d. h. die der Schleimschicht, Pigment, was ich wenigstens für einzelne Fälle bestätigen kann. Die obersten Zellen der Scheimschicht unter dem ganzen Körper des Nagels werden von *Reichert* als Hornschicht der Epidermis betrachtet, die sich von vorne her unter dem Nagel hinziehe, mit welchem Grunde, sehe ich nicht ein, da die fraglichen Zellen alle Kerne haben und ebenso beschaffen sind, wie die übrigen Schleimschichtzellen. Dagegen bilden sich in gewissen Fällen runde längliche oder birnförmige Gruppen von Schleimschichtzellen unter dem Nagel zu Hornplättchen um *(Ammon)*, die selbst ganz in der Lederhaut drin liegen können *(Virchow)* und zur Annahme von besondern Follikeln unter dem Nagelbette geführt haben *(Rainey)*.

Die Hornschicht des Nagels oder die eigentliche Nagelsubstanz (Fig. 61. *f*; 63. *k*, *l*, *m*; 64. *e*) ist der harte spröde Theil des Nagels, welcher den freien Rand und den obern Theil desselben bildet. Die untere Fläche dieser Schicht ist an der Wurzel zu hinterst ganz eben, weiter nach vorn zeigt dieselbe scharfe, durch breite Furchen geschiedene Leisten, die in Furchen der Schleimschicht des Nagels eingreifen. Diese Leisten der eigentlichen Nagelsubstanz zeigen sich auf Querschnitten (Fig. 61. 64) als spitze Zacken von 0,01—0,02''' Länge, die in der Regel an den Rändern des Nagels am stärksten, bis zu 0.04—0,06''' entwickelt sind und in ihrer Zahl genau den Blättern der untern Seite des *Stratum Malpighii* entsprechen. Die obere Fläche der Nagelsubstanz ist im Ganzen genommen eben, doch finden sich auch hier noch oft recht deutliche, parallele Längsstreifen oder Riffe als letzte, freilich sehr verwischte Andeutung der Unebenheiten des Nagelbettes.

Die Dicke dieses Nageltheiles nimmt in der Regel von der Wurzel bis nahe zum freien Rande beständig zu, so dass der Körper vorn wenigstens dreimal dicker (von 0,3—0,4''') ist als erstere, und ist am freien Rande wieder etwas geringer. Auch im Querdurchmesser ist, mit Ausnahme des hinteren Wurzelrandes, die Nagelsubstanz nicht überall gleich dick, verdünnt sich vielmehr an den Seitenrändern bedeutend, so dass die Nägel zuletzt, wo sie im Falze liegen, nicht mehr als 0,06—0,12''' messen und endlich ganz scharf auslaufen.

Den Bau der eigentlichen Nagelsubstanz anbelangend, so ist derselbe ohne Anwendung von Reagentien schwer zu erkennen. Auf senkrechten Schnitten sieht man, namentlich am Körper, nichts als horizontal verlaufende feine, gerade oder gebogene, gedrängt stehende Linien, welche man für den optischen Ausdruck zarter übereinanderliegender Lamellen zu halten geneigt ist, und zwischen denselben eine Menge länglicher, horizontal gelagerter, dunkler oder eigenthümlich röthlich durchscheinender Streifchen, offenbar Kerne. Nur am hintersten Theile der Wurzel und an der untern Fläche, wo dieselbe an das *Stratum Malpighii* stösst, zeigen sich mehr oder weniger deutlich abgeplattete Zellen mit Kernen schichtweise gelagert. Flächenschnitte zeigen noch weniger

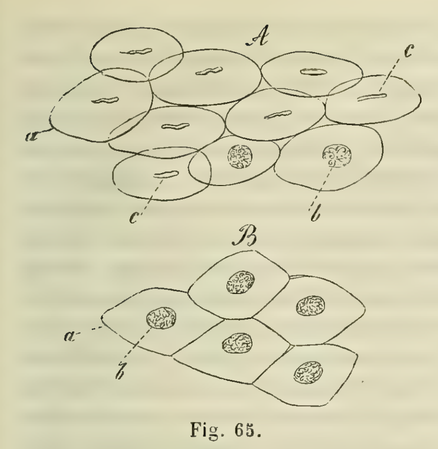


Fig. 65.

als senkrechte Schnitte, nämlich eine blasse, durchscheinende, hie und da granulirte Substanz, meist ohne Andeutung irgend welcher Structur, hie und da mit sehr undeutlichen Contouren von Plättchen, ähnlich denen der Hornschicht der Oberhaut. Ganz anders fallen die Bilder nach Behandlung des Nagels mit Alkalien und Mineralsäuren aus, und lassen sich namentlich durch kurzes Kochen des Nagels in *Natron causticum* oder Befeuchten eines feinen Schnittes mit diesem Reagens, alle Nagelplättchen in kernhaltige Zellen umwandeln, von denen die tiefern dicker, die oberflächlichen mehr abgeplattet sind.

Aus diesen Thatsachen, zusammengehalten mit dem, was sich am unveränderten Nagel zeigt, ergiebt sich, dass seine Hornschicht aus fest vereinigten, nicht scharf von einander geschiedenen Lamellen, jede Lamelle aus einer oder mehreren Lagen kernhaltiger, polygonaler platter Schüppchen oder Plättchen besteht, die denen der Hornschicht der Oberhaut, abgesehen von den Kernen, sehr gleichen und in den untersten Lagen dicker und im Umfange etwas kleiner als in den oberen und obersten Lagen sind. Als mittlere Grösse derselben kann die von 0,012 — 0,016''' angenommen werden, die beim Zusatze der sonst wenig einwirkenden Schwefelsäure und im Anfange der Einwirkung von Kali und Natron sich zeigt. Die Anordnung der Lamellen anlangend, so schliesst *Virchow* aus dem Verlauf derselben an gryphotischen Nägeln, dass dieselben dachziegelförmig sich decken, in der Art, dass der vordere Rand einer Lamelle immer den entsprechenden Rand der nächstfolgenden vorderen Lamelle etwas überragt und bedeckt.

§. 53.

Das Verhältniss des Nagels zur Oberhaut anlangend, so verweise ich vor allem auf die in den Figg. 61. und 63 gezeichneten, senkrechten und queren Durchschnitte. Dieselben zeigen einmal, dass die Oberhaut sich auf die Wurzel, den hintern Theil des Körpers und auf die Ränder des Nagels legt, und dass dieselbe auch unter dem freien Rande und an den vorderen Theilen der Seitenränder an denselben stösst. Dies geschieht in der Weise, dass, während die Schleimschicht der Oberhaut continuirlich und ohne Grenze in die des Nagels übergeht, die Hornschicht eigentlich nirgends in die wirkliche Nagelsubstanz direct sich fortsetzt, sondern theils mit ihren Lamellen parallel an dieselbe sich anlegt, theils in verschiedenen schiefen Winkeln auf sie stösst. An der Nagelwurzel zieht sich die Hornschicht mehr oder weniger

Fig. 65. Nagelblättchen mit Natron gekocht, 350mal vergr. *A.* Von der Seite, *B.* von der Fläche, *a.* Membranen der aufgequollenen Nagelelemente, *b.* Kerne derselben von der Fläche, *c.* dieselben von der Seite.

tief in den Nagelfalz hinein, und geht zugleich auch als eine dünne, nach vorn sehr fein werdende Lage auf den obern freien Theil des Nagels bis gegen das Ende der *Lunula* oder den Anfang des Körpers. Vorn und hinten, an welch letzterem Orte diese Lage nicht selten den hintern Rand der Wurzel erreicht, stehen ihre Zellen parallel der obern Nagelfläche, in der Mitte dagegen, wo sie am stärksten ist (Fig. 63. *i*), schief oder senkrecht auf derselben. Aehnlich ist das Verhalten am freien Rande des Nagels, wo die Hornschicht zum Theil mit mehr horizontalen, zum Theil mit schiefen Lamellen an das Ende der untern Nagelkörperfläche anstösst und auch wohl noch an den Anfang des freien Randes sich fortsetzt. An den Seitenrändern endlich legt sich die Hornschicht vorn mit horizontalen Lamellen unter den Nagel und verhält sich weiter hinten wie an der Wurzel oder stösst einfach an den Nagelrand an. Es bildet so die Hornschicht eine Art Scheide für den Nagel, die in etwas an die Scheide des Haares erinnert, jedoch viel unvollständiger ist. Vergleichen wir den Nagel mit der Oberhaut, so finden wir in dem Bau seiner Schleimschicht auch nicht die geringste wichtigere Eigenthümlichkeit, wohl aber in der Hornschicht, die durch ihre härteren, auch chemisch abweichenden, kernhaltigen Zellen und die Abplattung und innige Verbindung derselben von der Hornschicht der Epidermis sich unterscheidet. Immerhin aber ist die Uebereinstimmung auch der letztern Gebilde so gross, dass der eigentliche Nagel, wie dies auch längst geschieht, mit vollkommenem Rechte als eine modificirte Partie der Hornschicht der letzten Finger- und Zehenglieder betrachtet werden kann.

Nach *Lauth* enthält der Nagel mehr phosphorsauren Kalk als die Oberhaut und verdankt demselben seine Härte; dies kann richtig sein, obschon, wie *Mulder* angiebt (Phys. Chemie p. 556), beide ungefähr gleich viel Asche (1%) geben.

Was den lamellösen Bau des eigentlichen Nagels anlangt, so ist derselbe ungefähr in ähnlicher Weise wie bei der Hornschicht der Oberhaut zu denken, nur nicht so deutlich, weil die Nagelblättchen viel fester verbunden sind, als die Elemente der Epidermis. Durch Reagentien tritt aber die Schichtenbildung sehr deutlich hervor und ebenso an pathologisch verdickten und verkrümmten Nägeln.

§. 54.

Wachsthum der Nägel. Die Nägel wachsen, so lange sie geschnitten werden, beständig fort; dagegen ist das Wachsthum derselben beschränkt, wenn dies nicht geschieht. In diesem Falle, der bei lange bettlägerigen Kranken und bei den Völkern Ostasiens zu beobachten ist, werden die Nägel 1½—2″ lang (bei den Chinesen nach *Hamilton* 2″), und krümmen sich um die Finger und Zehenspitzen herum.

Beim Wachsthume des Nagels verändert die Schleimschicht desselben ihre Lage durchaus nicht, wohl aber seine Hornschicht, die beständig nach vorn geschoben wird. Die Bildung der Elemente derselben durch Verhornung der Zellen der Schleimschicht des Nagels hat an allen den Stellen Statt, wo sie mit der letztern in Verbindung ist, mit andern Worten, an ihrer ganzen untern Fläche mit Ausnahme des freien vorderen Randes, ferner bei vielen Nägeln auch an einer ganz kleinen Stelle der obe-

ren Fläche ihrer Wurzel, endlich am hinteren Wurzelrande selbst, doch sind die Theile der Wurzel diejenigen, die am raschesten wachsen, während der Nagelkörper langsamer sich bildet, was vorzüglich dadurch bewiesen wird, dass der Nagel an der Grenze zwischen Wurzel und Körper nicht viel dünner ist als vorn am Körper selbst, und dass an der Wurzel der Uebergang der Zellen des *Stratum Malpighii* in Nagelzellen leicht, am Körper dagegen schwer nachzuweisen ist, wo er von *Reichert* selbst ganz geläugnet wird, womit ich nicht einverstanden bin (s. meine Mikr. Anat. p. 90, 91). Durch den beständigen Ansatz neuer Zellen am Wurzelrande und, wie ich *Reichert* zugebe, auch an der untern Fläche der Wurzel wächst der Nagel nach vorn, durch das Hinzutreten solcher an seiner unteren Fläche verdickt er sich. Das Längenwachsthum überwiegt dasjenige in die Dicke, einmal weil die erst rundlichen Zellen, indem sie von hinten und unten her nach vorn und oben rücken, immer mehr sich abplatten und verlängern, und zweitens weil die Zellenbildung an der Wurzel viel energischer ist als vorn. Die einmal gebildeten Nagelplättchen werden, indem sie nach vorn und oben rücken, immer platter und härter, verlieren jedoch ihre Kerne nie. Abgesehen hiervon gehen mit den Elementen der Hornschicht des Nagels keine weiteren Veränderungen vor und verhalten sich dieselben im Allgemeinen, anatomisch und physiologisch, wie die des fertigen Haares und der Hornschicht der Oberhaut.

In Bezug auf die pathologischen Zustände des Nagels hebe ich Folgendes hervor: Die Nägel regeneriren sich leicht wieder, wenn sie bei Quetschungen, Verbrennungen, Erfrierungen, Hautkrankheiten, (Scharlach z. B.), in Folge von Entzündungen, Exsudationen, Eiterungen und Blutergüssen des Nagelbettes abfallen, ja es kann, wie *Pechlin* erzählt, eine solche Regeneration selbst periodisch eintreten, indem ein Knabe jeden Herbst seine blauschwarz gewordenen Nägel sammt der Oberhaut (der Hornschicht?) verlor und wieder erhielt. In einem solchen Falle bedeckt sich nach *Lauth* und *Hyrtl* das ganze Nagelbett mit weichen Hornplättchen, welche nach und nach erhärten, zu einem wirklichen Nagel sich gestalten und schliesslich mit dem freien Rande über die Fingerspitze vortreten. — Bei Verlust der vordern Fingerglieder entstehen in vielen Fällen rudimentäre Nägel auf dem Rücken der zweiten und selbst der ersten Phalanx. — Da die Bildung der Nagelsubstanz von den Gefässen des Nagelbettes abhängt, so lässt sich mit *Henle* annehmen, dass häufig wechselnde Zustände derselben auch ein unregelmässiges Wachsthum, stellenweise Verdickung, Verdünnung und selbst Ablösung der Nägel bewirken, und dass auch die Deformitäten derselben bei *Cyanosis* und *Phthisis* hiervon abhängen. Sehr häufig rührt aber auch, wie ich beobachtet habe, die Verdickung und Missbildung der Nägel von theilweiser Unwegsamkeit der Capillaren des Nagelbettes her (s. Mikr. Anat. II. 1. p. 93). Nach Durchschneidung des *Nervus ischiadicus* beobachtete *Steinrück* bei Kaninchen Ausfallen der Haare und Nägel, was von dem Einflusse der Nerven auf die Gefässe herzuleiten ist. Endlich ist auch die Gestalt des Nagelbettes auf die Bildung des Nagels von Einfluss. So erklärt sich, dass (siehe *Henle* l. c.) nach Entzündung und Verwachsung des Nagelfalzes die Neubildung am hintern Rande aufhört, der Nagel nicht mehr nach vorn wächst, sondern an allen Rändern genau anliegend das Nagelbett bedeckt. *Virchow* fand bei gryphotischen Nägeln den vordern Theil des Nagelbettes verkürzt, mit stellenweise 1—1½‴ hohen Leisten, deren Ränder bedeutende gefässhaltige Papillen trugen. Von diesem Punkte aus bildete sich eine blättrige, unten an den Nagelkörper anstossende Masse, die den Nagel aufrichtete und mit ihm bogenförmig um die Zehenspitzen selbst bis zu 2½″ Länge herum wuchs. In der blätterigen Masse fanden sich grössere und kleinere Hohlräume, deren Entstehung durch eine Resorption ganzer Gruppen vergrösserter, mit Körnchen gefüllter Epidermiszellen nach-

zuweisen war. Bei stark aufgethürmten oder krallenartigen Nägeln findet sich wesentlich dasselbe, nur ist hier der Nagelfalz mit dem Nagelbette in eine weitere mehr offene Bucht umgewandelt. Pilze in Nägeln sahen *Meissner* (Arch f. phys. Heilk. XII.) und *Virchow* (Würzb. Verh. V).

§. 55.

Die Entwickelung des Nagels beginnt im dritten Monate mit der Bildung des Nagelbettes und Nagelfalzes, welche dadurch von den übrigen Theilen sich abgrenzen, dass durch eine Wucherung der Haut allmählich der Nagelwall entsteht. Anfänglich nun ist das Nagelbett von denselben Zellen bekleidet, welche auch an den übrigen Theilen die Oberhaut bilden (siehe §. 50), nur zeichnen sich schon im dritten Monat die Zellen des *Stratum Malpighii* durch ihre langgestreckte und polygonale Gestalt (Länge derselben 0,004‴, Breite 0,001—0,0016‴) aus. Erst im vierten Monate tritt zwischen *Stratum Malpighii* und Hornschicht des Nagelbettes, welche letztere durch eine einfache Lage polygonaler, deutlich kernhaltiger Zellen gebildet wird, eine einfache Schicht blasser, platter, jedoch ebenfalls vieleckiger und kernhaltiger, 0,009‴ grosser Zellen auf, die fest zusammenhängen und als die erste Andeutung der eigentlichen Nagelsubstanz anzusehen sind; zugleich verdickt sich auch das *Stratum Malpighii* unter diesen Zellen, so dass es bestimmt wenigstens aus zwei Zellenlagen zusammengesetzt ist. Demnach ist der Nagel ursprünglich ganz von der Oberhaut umschlossen, bildet sich auf dem ganzen Nagelbette in Form eines viereckigen Plättchens und entsteht zwischen der embryonalen Schleimschicht und Hornschicht ohne allen Zweifel durch eine Umwandlung der Zellen der Schleimschicht, wofür namentlich auch die geringe Grösse der ursprünglichen Nagelzellen spricht. In weiterer Entwickelung verdickt sich der Nagel durch Zutritt neuer Zellen von unten her (im fünften Monate beträgt die Dicke 0,024‴, im sechsten 0,04‴, wovon im letzteren 0,025 auf die eigentliche Nagelsubstanz kommen), vergrössert sich durch Ausdehnung seiner Elemente, und Ansatz neuer solcher an seine Ränder, bleibt jedoch noch bis zum Ende des fünften Monats unter der Hornschicht der Epidermis verborgen, bis er am Ende frei wird und im siebenten Monate selbst in die Länge zu wachsen beginnt, so dass er dann, seine grössere Weichheit und die Dimensionen abgerechnet, in nichts Wesentlichem mehr von einem fertigen Nagel sich unterscheidet. — Das Nagelbett anbelangend, so sind die Leistchen desselben schon am Ende des vierten Monates angedeutet und im fünften recht schön 0,02—0,024‴ hoch, 0,004—0,005‴ breit und 0,008—0,014‴ von einander abstehend, welche Grösse somit auch die Breite der Blätter des *Stratum Malpighii* bezeichnet. Im sechsten Monate sind dieselben noch etwas grösser und weiter von einander abstehend.

Beim Neugebornen ist der ganze Nagel am Körper 0,3—0,34‴ dick, von denen 0,16‴ auf die eigentliche Nagelsubstanz, 0,14—0,18‴ auf das *Stratum Malpighii* kommen. Seine Elemente sind noch fast ganz wie im sechsten Monate und namentlich zeigen sich dieselben im eigentlichen Nagel auch ohne Reagentien noch ziemlich deutlich als länglich polygonale kernhaltige Plättchen von 0,02—0,028‴, wie dies schon zum Theil *Schwann* bemerkte.

Bemerkenswerth ist der an allen Nägeln vorkommende, weit nach vorn ragende freie Rand. Derselbe ist bedeutend dünner und schmäler als der Nagelkörper und durch eine halbmondförmige Linie von demselben geschieden, vorn abgerundet, bis an 2''' lang und offenbar nichts anderes als der Nagel aus einer frühern Zeit, der durch das im Laufe der Entwickelung eingetretene Längenwachsthum des Nagels nach vorn geschoben wurde. In der That entspricht derselbe auch in seiner Grösse so ziemlich einem Nagel aus dem sechsten Monate.

Bald nach der Geburt stösst sich der lange freie Rand des Nagels des Neugebornen wenigstens einmal, nach *Weber* selbst mehrmals, wahrscheinich in Folge äusserer mechanischer Eingriffe, denen derselbe seiner Zartbei wegen nicht zu widerstehen im Stande ist, ab. Im sechsten und siebenten Monate nach der Geburt ist, wie ich finde, der Nagel, den die Kinder mit zur Welt bringen, ganz durch einen neuen ersetzt und im zweiten und dritten Jahre unterscheiden sich die Nagelplättchen in Nichts von denen des Erwachsenen, woraus hervorgeht, dass der Nagel ebenfalls weniger durch Vergrösserung seiner Elemente, als durch Ansatz neuer an seinen Rändern und von unten her sich vergrössert und verdickt.

Zur Untersuchung der Nagelzellen und Plättchen dienen vorzüglich feine Schnitte frischer Nägel mit und ohne Zuziehung von Reagentien, vor allem Natron und Schwefelsäure, welche die Nagelplättchen aufquellen machen. Behufs der Verhältnisse der einzelnen Nageltheile zu einander und zur Oberhaut muss man durch Maceration oder Kochen in Wasser Cutis und Nagel trennen. Man sieht alsdann, dass der Nagel mit der Oberhaut von dem Finger sich löst, und erkennt auf Quer- und Längsschnitten die Art seiner Verbindung mit demselben. Auch das Nagelbett, seine Blätter und Leisten, der Nagelfalz, die Blätter am *Stratum Malpighii* des Nagels kommen auf diese Weise leicht zur Ansicht. Da feine Schnitte an einem solchen Nagel gerade an den wichtigsten Stellen, Rand und Wurzel, nicht leicht zu machen sind, so ist es auch nöthig, frische und mit der *Cutis* vom Knochen gelöste und getrocknete Nägel hierzu zu benutzen, welche dann alle wünschbare Aufklärung geben, indem Segmente von solchen in Wasser leicht aufquellen und durch Essigsäure und Natron den Bau ihrer verschiedenen Schichten aufs Deutlichste offenbaren.

Literatur der Nägel. *A. Lauth, Sur la disposition des ongles et des poils, Mém. de la soc. d'hist. nat. de Strassbourg* 1830. 4.; *Gurlt*, Ueber die hornigen Gebilde des Menschen und der Haussäugethiere. *Müll.* Arch. 1836. p. 262; *Reichert*, in *Müll.* Arch. 1841, 1851 und 52 Jahresbericht; *O. Kohlrausch*, Recension von *Henle's* allgem. Anatomie in Göttinger Anzeigen 1843. S. 24; *Rainey, on the structure and formation of the nails of the fingers and toes* in *Transact. of the microsc. Society. March.* 1849; *Berthold*, Beobachtungen über das quantitative Verhältniss der Nagel- und Haarbildung beim Menschen in *Müll.* Arch. 1850; *R. Wagner*, in *Müll.* Arch. 1852. p. 500. Taf. XIII. Fig. 1; *Virchow*, zur normal. und path Anat. d. Nägel und der Oberhaut in Würzb. Verh. V. p. 86.

III. Von den Haaren.

§. 56.

An jedem Haare unterscheidet man den freien Theil, Schaft, *Scapus*, mit der verdünnten Spitze, von dem im Balge eingeschlossenen, der Wur-

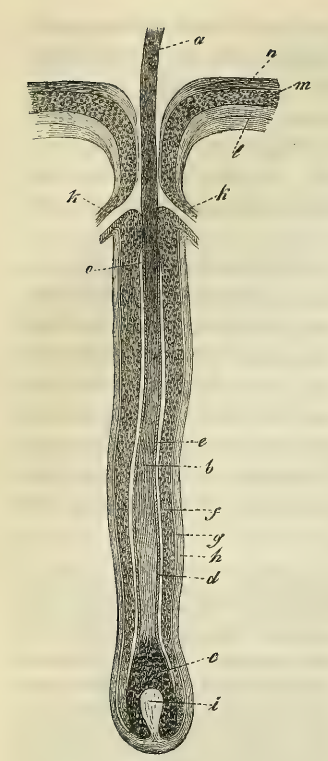


Fig. 66.

zel, *Radix*. Jener ist in der Regel bei schlichten Haaren gerade und rundlich, bei gelockten wellenförmig gebogen und etwas abgeplattet, bei krausen und wolligen Haaren spiralig gedreht und ganz platt oder leicht gerieft. Die Wurzel ist immer gerade, ziemlich drehrund, und wenigstens in ihren untersten Theilen weicher und dicker als der Schaft, sie endet bei lebenskräftigen Haaren mit einer noch weicheren, den Schaft 1½—3mal an Dicke übertreffenden knopfförmigen Anschwellung, dem Haarknopf oder der Haarzwiebel, *Bulbus pili (c)*, die hutförmig auf einem papillenartigen Fortsatze des Balges, auf der Haarpapille, *Papilla pili (i)* (weniger passend *Pulpa sive Blastema pili*, Haarkeim genannt), aufsitzt, oder mit andern Worten, dieselbe in eine Aushöhlung ihrer Basis aufnimmt.

§. 57.

Vorkommen und Grösse der Haare. Die Haare sind fast über den ganzen Körper verbreitet, zeigen jedoch in Bezug auf Grösse und Zahl sehr bedeutende Verschiedenheit je nach Ort, Individualität, Alter, Geschlecht und Raçe. Erstere anlangend, so lassen sich, abgesehen von vielen Uebergängen, dreierlei Varietäten derselben annehmen: 1) längere, weiche Haare von 1—3′ und mehr Länge, 0,02—0,05‴ Dicke, 2) kurze, starre, dicke Haare von ¼—½″ Länge und 0,03—0,07‴ Dicke, 3) kurze, äusserst feine Haare, Wollhaare *(Lanugo)* von 1—6‴ Länge und 0,006—0,01‴ Dicke. Die Verbreitung der ersten Form ist bekannt; zur zweiten gehören die Haare am Eingange der Nasenhöhle *(Vibrissae)*, im äussern Gehörgang, die Augenwimpern *(Cilia)* und Augenbrauen, zur dritten endlich sind zu rechnen die Härchen im Gesicht, am Rumpfe und den Extremitäten, auch die der *Caruncula lacrymalis* und die häufig fehlenden der *Labia minora (Henle)*.

Die Haare stehen entweder einzeln oder je zu zweien oder dreien, selbst vieren und fünfen beisammen. Letzteres ist beim Fötus Regel, kommt aber auch beim Erwachsenen vorzüglich an Wollhaaren häufig noch vor. Wie *Osiander* und namentlich *Eschricht* gelehrt, ist die Richtung der Haare und Haarbälge selten gerade, sondern schief und zwar an den verschiedenen

Fig. 66. Haar und Haarbalg von mittlerer Stärke, 50mal vergr. *a*. Haarschaft; *b*. Haarwurzel; *c*. Haarknopf; *d*. Oberhäutchen des Haares; *e*. innere Wurzelscheide; *f*. äussere Wurzelscheide; *g*. structurlose Haut des Haarbalges; *h*. quere und longitudinale Faserlage desselben; *i*. Haarpapille; *k*. Ausführungsgänge der Talgdrüsen mit Epithel und Faserlage; *l*. Cutis an der Mündung des Haarbalges; *m*. Schleimschicht; *n*. Hornschicht der Oberhaut, letztere etwas in den Balg sich hineinziehend; *o*. Ende der innern Wurzelscheide.

Stellen des Körpers in verschiedener Weise, was sich besonders leicht an den Haaren der Embryonen nachweisen lässt, jedoch, obschon minder deutlich, auch beim Erwachsenen sich kund giebt. Die Gesetzmässigkeit beruht darauf, dass die Haare in gebogenen Linien angeordnet sind, welche entweder nach bestimmten Punkten oder Linien zu convergiren oder von solchen nach zwei oder mehreren Richtungen divergiren, wodurch eine Menge Figuren entstehen, die man mit *Eschricht* als Ströme, Wirbel und Kreuze bezeichnen kann. Ströme mit convergirenden Haaren sind z. B. die Mittellinie des Rückens, der Brust, des Bauches, die Linie, die dem Schienbeinkamm entspricht u. s. w., solche mit Divergenz der Haare die Linie zwischen Brust und Bauch einerseits und dem Rücken andrerseits u. s. w.: Wirbel und Kreuze mit divergirenden Haaren kommen in der Achselgrube, dem Scheitel, dem innern Augenwinkel, solche mit convergirenden Haaren am Ellbogen vor. Mit Bezug auf das Speciellere siehe *Eschricht* l. i. c.

§. 58.

Aeussere Eigenschaften und chemische Zusammensetzung der Haare. Die Haare sind sehr elastisch, dehnen sich nach *Weber*, ohne zu zerreissen, bis nahe um ⅓ ihrer Länge aus und ziehen sich, wenn sie nur um ⅕ ausgedehnt wurden, wieder so vollkommen zusammen, dass sie nur $^1/_{17}$ ausgedehnt bleiben. Dieselben nehmen leicht Wasser auf und geben es leicht wieder ab, sind daher bald trocken und spröde, bald feucht und weich, je nachdem die Haut oder Atmosphäre viel oder wenig Flüssigkeit enthält. Je nach den verschiedenen Graden von Feuchtigkeit, die sie führen, sind sie länger oder kürzer, worauf sich ihre Anwendung zu Hygrometern gründet. Ihre Festigkeit ist trotz ihrer Dehnbarkeit bedeutend, und es tragen Kopfhaare wenigstens bis auf 12 Loth ohne zu zerreissen.

Die chemische Zusammensetzung der Haare ist noch nicht hinlänglich aufgeklärt. Die Hauptmasse des Haares besteht aus einem schwefelreichen, in Alkalien unter Entwickelung von Ammoniak löslichen, in kochender concentrirter Essigsäure unlösslichen Eiweisskörper. Ausserdem führen die Haare, wie schon frühere Untersuchungen lehren, je nach der Farbe derselben dunkleres oder helleres Fett in ziemlicher Menge, welches durch Kochen in Aether und Alkohol ausgezogen werden kann. Von Horn und Epidermis unterscheiden sich die Haare nach *Mulder* besonders durch ihre Unlöslichkeit in Essigsäure, eben dadurch auch von Eiweiss und Faserstoff. Der Fäulniss widerstehen die Haare besser als irgend ein anderer Theil des Körpers, so dass selbst Mumienhaare noch ganz unverändert gefunden werden; in Wasser lösen sie sich, ausser im Papinianischen Topfe, nicht auf. Durch Metalloxyde färben sich die Haare gerade wie die Oberhaut, so z. B. werden sie schwarz durch Silber und Mangansalze, indem Schwefelmetalle entstehen, Chlor bleicht sie. Die Asche beträgt ungefähr 1—2% und enthält Eisenoxyd (mehr in dunklen Haaren), Manganoxyd und Kieselerde.

§. 59.

Bezüglich auf den feineren Bau lassen sich an jedem Haare ohne Ausnahme zwei, an vielen selbst drei Substanzen unterscheiden: 1) die Rindensubstanz, besser Fasersubstanz, welche weitaus den bedeutendsten Theil des Haares ausmacht und seine Gestalt bedingt, 2) das Oberhäutchen, ein zarter äusserer Ueberzug der Fasersubstanz, 3) endlich die oft fehlende, im Centrum gelegene Marksubstanz.

Die Rinden- oder Fasersubstanz, *Substantia fibrosa s. corticalis*, ist längsstreifig, sehr oft dunkel punktirt und gestrichelt oder gefleckt, und, abgesehen von den weissen Haaren, wo sie durchscheinend ist, mehr oder minder intensiv gefärbt, welche Färbung bald durch die ganze Substanz ziemlich gleichmässig sich verbreitet, bald mehr auf gewisse längliche, granulirte Flecken sich concentrirt. Der feinere Bau der Haarrinde, die Bedeutung ihrer Flecken und Streifen kann nur mit Hülfe von Säuren und Alkalien, welche überhaupt bei der Erforschung der Haare eine Hauptrolle spielen, und durch anderweitige Manipulationen hinreichend aufgeklärt werden. Behandelt man ein Haar in der Wärme mit concentrirter Schwefelsäure, so lässt sich seine Fasersubstanz viel leichter als vorher in platte, verschieden (gewöhnlich 0,002—0,005''') breite, lange Fasern zerlegen, die besonders durch ihre Starrheit und Brüchigkeit und ihre unregelmässigen, selbst zackigen Ränder und Enden sich auszeichnen und bei den hellen Haaren eine helle, bei dunklen eine dunkle Färbung besitzen. Diese sogenannten Haarfasern sind aber noch nicht die Elemente der Rindensubstanz, vielmehr muss jede derselben als ein Aggregat von platten, mässig langen Faserzellen oder Plättchen angesehen werden, welche nach eindringlicher Behandlung eines Haares mit Schwefelsäure neben den Fasern in grosser Menge isolirt sich erhalten lassen. Dieselben (Fig. 67), die am besten als Plättchen der Fasersubstanz oder Faserzellen der Rinde bezeichnet werden,

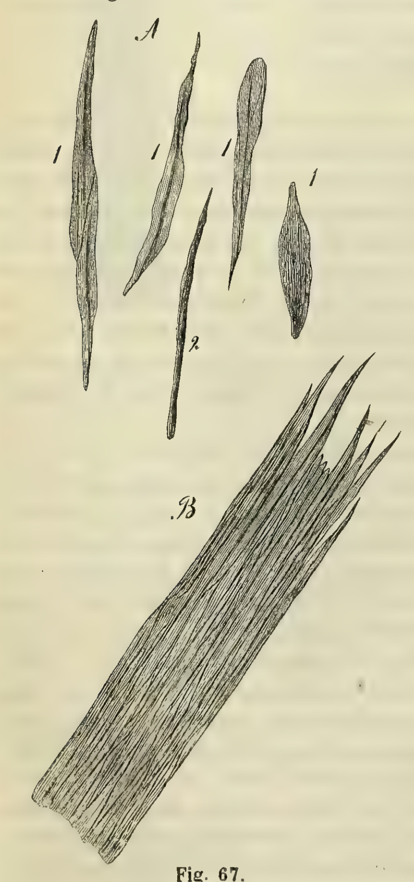


Fig. 67.

Fig. 67. Plättchen oder Faserzellen der Rindensubstanz eines mit Essigsäure behandelten Haares, 350mal vergr. *A*. Isolirte Plättchen, 1 von der Fläche (3 einzelne, 2 verbundene), 2 von der Seite. *B*. Eine aus vielen solchen Plättchen zusammengesetzte Lamelle.

sind platt und im Allgemeinen spindelförmig, 0,024—0,033''' lang, 0,002—0,004, selbst 0,005''' breit, 0,0012—0,0016''' dick, mit unebenen Flächen und unregelmässigen Rändern, quellen in kaustischen Alkalien nicht zu Bläschen auf und zeigen im Innern sehr häufig einen dunkleren Streifen, von dem gleich weiter die Rede sein soll, unter gewissen Verhältnissen auch körniges Pigment; sonst sind sie homogen und lassen durchaus keine weiteren Elemente, wie z. B. Fibrillen, erkennen. Dieselben erscheinen der Länge nach fester mit einander verbunden als der Breite nach, daher auch die Rindensubstanz leicht in die langen, vorhin erwähnten Fasern sich spalten lässt. Die Fasern selbst, welche ich übrigens nicht gleichsam als zusammengesetzte Elemente der Rindensubstanz bezeichnen möchte, da ihre Elemente sich noch isoliren lassen und sie selbst viel zu unregelmässig sind, stellen, ohne so deutliche Lamellen zu bilden, wie z. B. die Plättchen des Nagels und der Epidermis, indem sie von allen Seiten mit einander sich verbinden, ein compactes Faserbündel dar und erzeugen eben hierdurch die Rindensubstanz, die Hauptmasse des Haares.

Die dunklen Flecken und Pünktchen und die Streifen der Rinde sind sehr verschiedener Natur und zwar vorzüglich 1) körniges Pigment, 2) mit Luft oder Flüssigkeit erfüllte Hohlräume und 3) Kerne. Die Flecken (Fig. 70) sind, wie besonders kaustisches Kali und Natron lehren, die die Rindensubstanz ganz erweichen und aufquellen machen, ohne die Flecken anzugreifen, einem bedeutenden Theile nach nichts als Aggregate von Pigmentkörnchen, die in den Haarplättchen ihren Sitz haben, vorzüglich in dunklen Haaren häufig sind und in Bezug auf Grösse und Form sehr variiren. Eine zweite Art von dunklen Flecken gleicht den Pigmentablagerungen sehr, ergiebt sich jedoch als mit Luft erfüllte kleine Hohlräume (Mikr. Anat. Tab. II. Fig. 13), die in weissen und hellen Haaren oft sehr zahlreich vorkommen, in ganz dunklen Haaren dagegen und in der untern Hälfte der Wurzeln aller Haare fehlen. Endlich kommen drittens in der Rinde noch mässig dunkle schmale Streifen oder Linien vor, die einmal die Grenzlinien der einzelnen Faserzellen der Rinde, und zweitens die Kerne derselben sind. Es enthalten nämlich auch im Schafte des Haares die Rindenplättchen Alle 0,01—0,016''' lange, 0,0005—0,0012''' breite spindelförmige Kerne, die

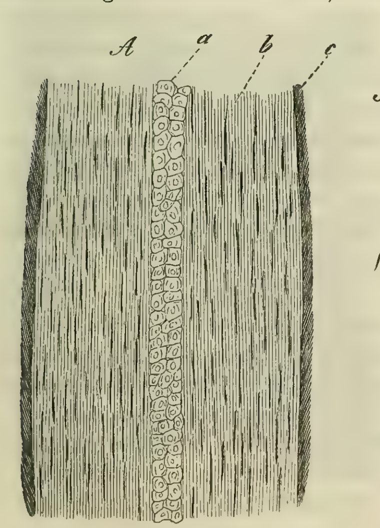


Fig. 68.

Fig. 68. *A*. Ein Stück eines weissen Haares nach Behandlung mit Natron 350mal vergr., *a*. kernhaltige Zellen des Markes ohne Luft, *b*, Rindensubstanz mit feiner Faserung und hervorgetretenen linienförmigen Kernen, *c*. Oberhäutchen mit stärker als gewöhnlich abstehenden Plättchen. *B*. Drei isolirte linienförmige Kerne aus der Rinde.

man durch Zerreiben in Natron gekochter weisser Haare selbst isoliren kann. Ausserdem zeigen sich in der Rindensubstanz und zwar besonders deutlich in einer weisslichen Stelle unmittelbar über der Zwiebel noch feine Streifen, welche von Unebenheiten der Oberfläche der Rindenplättchen erzeugt werden, selbst nach eindringlicher Behandlung mit Alkalien nicht leicht verschwinden, jedoch schliesslich einem feinfaserigen Wesen Platz machen; dieselben lassen sich nicht isoliren, zeigen sich aber auch an den durch Schwefelsäure für sich erhaltenen Stückchen der Rinde und selbst an einzelnen von deren Elementen (Fig. 69) sehr deutlich.

Die bisher gegebene Schilderung der Rinde galt vorzüglich von dem Haarschaft. An der Haarwurzel finden sich, so lange dieselbe noch fest und spröde ist, im Wesentlichen dieselben Verhältnisse und erst in ihrer untern Hälfte, wo sie allmählich weicher, zuerst feinfaserig und dann körnig wird, ändert sich der Bau der Rinde nach und nach. Hier nämlich werden die oben geschilderten Plättchen zuerst weicher und gestalten sich immer deutlicher als längliche Zellen (Fig. 69) von 0,020—0,024''' Länge und 0,009—0,011''' Breite, deren stabförmige, gerade oder geschlängelte Kerne von 0,008—0,01''' bei Essigsäurezusatz äusserst kenntlich werden und auch leicht sich isoliren lassen. Dann gehen, indem auch der faserige Bau sich immer mehr verliert, die weichen und schon verkürzten Plättchen in länglichrunde Zellen mit kurzen Kernen über, die endlich in die Elemente des untersten dicksten Theiles des Haares, des Haarknopfes oder der Zwiebel, ohne Unterbrechung sich fortsetzen. Diese (Fig. 70) sind nichts anderes als runde Zellen von 0,003—0,006''', die dicht gedrängt beisammen liegen, und, ähnlich den Zellen der Schleimschicht der Epidermis, bald nur farblose Körnchen führen, bald mit dunklen Pigmentkörnchen so vollgepfropft sind, dass sie zu wahren Pigmentzellen werden. — Noch ist zu erwähnen, dass an der untern Hälfte der Wurzel auch das chemische Verhalten der Elemente der Rinde sich ändert, indem dieselben gegen Essigsäure, die die Plättchen des Schaftes durchaus nicht angreift, immer empfindlicher werden und auch in Alkalien viel schneller als im Schafte aufquellen und sich lösen.

Fig. 69.

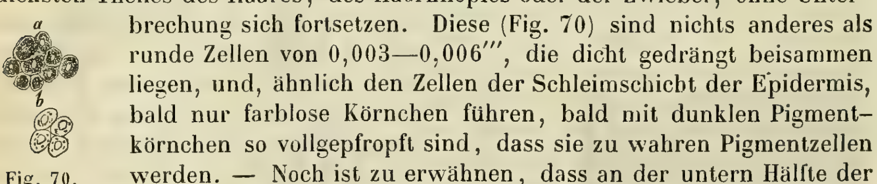


Fig. 70.

Bezüglich auf die Farbe der Rindensubstanz ist zu bemerken, dass dieselbe einmal von den Pigmentflecken, dann von den Lufträumen und drittens von einem diffusen, mit der Substanz der Rindenplättchen verbundenen Farbstoffe herrührt. Ersteres oder das körnige Pigment zeigt alle Nüançen von Hellgelb durch Roth und Braun bis Schwarz; das diffuse fehlt in weissen Haaren gänzlich, ist in hellblonden spärlich, am reichlichsten in dunkelblonden und rothen, sowie in dunklen Haaren vorhanden, in denen es für sich

Fig. 69. Zwei Zellen aus der Rinde der Haarwurzel (dem feinstreifigen Theile derselben dicht über der Zwiebel) mit deutlichen Kernen und streifigem Ansehen, 350mal vergrössert.

Fig. 70. Zellen aus dem tiefsten Theile der Haarzwiebel 350mal vergr., *a.* aus einer gefärbten Zwiebel mit Pigmentkörnern und etwas verdecktem Kern, *b.* von einem weissen Haar mit deutlichem Kern und wenig Körnchen.

allein eine intensive rothe oder braune Farbe bedingen kann. Auf Rechnung dieser beiden Pigmente vorzüglich kommt die Farbe der Rinde, doch ist meist bald das eine, bald das andere vorwiegend, und möchten nur in ganz lichten und intensiv dunklen Haaren beide ungefähr gleichmässig entwickelt sein.]

§. 60.

Die Marksubstanz, *Substantia medullaris*, ist ein in der Axe des Haares von der Gegend über der Zwiebel an bis nahe an die Spitze ziehender Streif oder Strang (Fig. 68. 70), der im Allgemeinen in den Wollhaaren und gefärbten Kopfhaaren häufig fehlt, in den dicken kurzen und stärkeren langen Haaren, sowie in weissen Kopfhaaren meist vorhanden ist. Kocht man weisse Haare mit kaustischem Natron, bis sie aufquellen und sich zusammenkrümmen, so lässt sich oft schon ohne weiteres durch einfache Compression des weichen Haares die zellige Zusammensetzung des bei durchfallendem Lichte durchscheinend gewordenen Markcylinders erkennen (Fig. 68. *a*): zerzupft man ein solches Haar sorgfältig, so gelingt es sehr leicht, die Markzellen zu mehreren reihenweise verbunden und selbst ganz für sich zu isoliren (Fig. 72). Es sind dieselben rechteckige oder viereckige, seltener mehr rundliche oder spindelförmige Zellen von 0,007—0,01‴ Durchmesser, hie und da mit dunklen Körnchen wie Fett und mit einem rundlichen, in vielen Fällen, wo das Alkali nicht zu sehr eingewirkt hat, deutlich sichtbaren hellen Fleck von 0,0016—0,002‴, welcher offenbar ein Kernrudiment darstellt und durch Natron selbst etwas aufzuquellen scheint. Im frischen Haar ist das Mark im Schafte silberweiss oder dunkel, welches Ansehen, wie viele günstigere Objecte lehren, von rundlich-eckigen, je nach der Beleuchtung schwarzen (undurchsichtigen) oder weissen glänzenden Körnchen von ziemlich gleichmässiger, jedoch je nach den Haaren wechselnder Grösse von 0,0002—0,002‴ erzeugt wird, die in grosser Menge die Markzellen erfüllen (Fig. 71). Diese Körner sind nicht Fett oder Pigment,

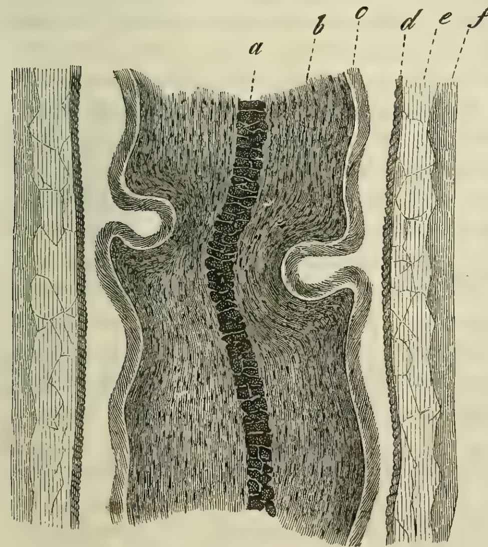


Fig. 71.

Fig. 72.

Fig. 71. Ein Theil der Wurzel eines dunklen Haares leicht mit Natron behandelt, 250mal vergr. *a*. Mark, noch lufthaltig und mit ziemlich deutlich hervortretenden Zellen, *b*. Rinde mit Pigmentflecken, *c*. innere Lage des Oberhäutchens, *d*. äussere Lage desselben, *e*. innere Lage der innern Wurzelscheide (*Huxley's* Schicht), *f*. äusserer durchlöcherter Theil derselben (*Henle's* Schicht).

Fig. 72. Acht Markzellen mit blassen Kernen und fettartigen Körnchen aus einem mit Natron behandelten Haar, 350mal vergr.

wie man bis vor kurzem allgemein annahm, sondern Luftbläschen, wie sich mit Leichtigkeit ergiebt, wenn man ein weisses Haar in Wasser oder Aether kocht und mit Terpentinöl behandelt, in welchen beiden Fällen das Mark ganz hell und durchscheinend wird. Trocknet man ein solches mit Wasser behandeltes Haar zwischen zwei Fingern, so nimmt es rasch, oft im Nu, auch für das blosse Auge sichtbar, seine alte weisse Farbe wieder an, und legt man es gleich nach dem Abtrocknen ohne Flüssigkeit oder nur mit einem Ende in solcher unter das Mikroskop, so ist nichts leichter als den Wiedereintritt der Luft und das Wiederdunkelwerden des Markes auch so zu sehen. Aber nicht nur bei weissen, sondern auch bei gefärbten Haaren enthält das Mark, frisch untersucht, Luft, doch erscheint dasselbe hier nicht rein silberweiss, sondern mit einem Stich ins Blonde, Rothe, Braune, welche Farbe jedoch nicht von einem besonderen Pigmente, das nur im Marke dunkler Haare hie und da sich findet, sondern von dem Durchschimmern durch die gefärbte Rindensubstanz herrührt. Eine genauere Untersuchung der Markzellen lehrt, dass dieselben im frischen Zustande in einem zäheren Inhalte viele kleine rundliche Hohlräume enthalten, in denen eben die Luftbläschen sitzen, die ihnen das beschriebene körnige Ansehen ertheilen. Beobachtet man, wie die ausgetriebene Luft das Mark eines getrockneten Haares wieder erfüllt, so glaubt man zu sehen, dass alle Hohlräume einer und derselben Zelle miteinander communiciren, wenigstens gelangt die Luft häufig in continuirlichen, sich schlängenden Strömchen aus einem Hohlraum in den andern, ja man möchte fast glauben, dass die Hohlräume benachbarter oder vieler Zellen zusammenhängen, wenn man hin und wieder die Luft blitzschnell das Mark erfüllen sieht. Dem mag in einigen Fällen so sein, es ist jedoch gedenkbar, dass, auch wenn die besagten Hohlräume der verschiedenen Zellen ganz geschlossen, und nur durch zarte Scheidewände von einander getrennt sind, die Luft ebenfalls rasch und unter den bezeichneten Erscheinungen das Mark zu füllen im Stande ist. Uebrigens sind die Vacuolen der Markzellen, mögen sie nun ganz geschlossen sein oder nicht, verschieden gross, indem das Ansehen des lufthaltigen Markes bald fein- bald grobkörnig ist. Ich habe auch Fälle gesehen, wo die Markzellen offenbar jede nur Eine grosse Luftblase enthielten und fast wie kleine Fettzellen sich ausnahmen. Sehr häufig finden sich im Marke einzelne grössere oder kleinere luftleere und daher blasse Stellen und constant ist dies bei den untersten Theilen des Markes dicht über der Zwiebel der Fall.

Der Durchmesser des Markes verhält sich im Allgemeinen zu dem des Haares selbst wie 1 : 3—5; relativ und absolut am dicksten ist dasselbe in kurzen dicken Haaren, am dünnsten in Woll- und Kopfhaaren. Auf dem Querschnitte bildet es eine runde oder abgeplattete Figur, und die Zellen, die dasselbe zusammensetzen, stehen in 1—5, selbst noch mehr Längsreihen.

Bei Thieren verlängert sich, wie man schon längst weiss und in der neuesten Zeit besonders *Bröcker* dargethan hat, die Haarpapille oft weit, selbst bis in die Spitze von Haaren, Borsten und Stacheln, und trocknet später ein, allein hier zeigt dieselbe nie, selbst nach Einwirkung von Kali nicht, eine zellige Textur, während diese in der oft ebenfalls vorhandenen Marksubstanz immer deutlich ist. Etwas ähnliches behaupten

Reichert und *Reissner* für das menschliche Haarmark. Ich habe jedoch bis jetzt an weissen menschlichen Haaren, die das Mark am schönsten zeigen, vergebens nach einer solchen Verlängerung der Papille gesucht; immer finde ich, ich mag das Haar behandeln, wie ich will, das Mark, selbst in der Zwiebel, durch und durch aus den deutlichsten Zellen zusammengesetzt und keine Spur einer zweiten innern Substanz. Ich kann daher vorläufig unmöglich zugeben, dass das Mark der menschlichen Haare ausser den Markzellen noch eine Fortsetzung des Keimes enthält; dagegen bin ich nicht gemeint, ohne weiteres zu leugnen, dass etwas der Art nie und nirgends sich findet, um so mehr, da *Henle* die Haarpapille einige Male in eine kurze Spitze ausgezogen fand, und, wie ich jetzt häufig finde, die Markzellen oft bis an die Haarpapille heranreichen, nur scheinen mir noch andere Beweise nöthig, als die gegebenen. — Was den Sitz der Luft in den Markzellen anlangt, so verlegt *Reissner* dieselbe im menschlichen Haar nicht in die Markzellen, sondern zwischen dieselben. Dem ist jedoch nicht so, denn die Luft nimmt in der Regel den Markstrang in seiner Totalität ein, so dass nicht abzusehen ist, wo die Zellen liegen sollten, wenn die Luft nur zwischen ihnen sich befände.

§. 61.

Das Oberhäutchen des Haares, *Cuticula*, ist ein ganz dünnes, durchsichtiges Häutchen, welches einen vollkommenen Ueberzug über das Haar bildet und mit der Rindensubstanz sehr fest verbunden ist. In seiner normalen Lage und an einem unveränderten Haare betrachtet, giebt es sich fast durch nichts kund als durch viele dunklere, netzförmig verbundene, unregelmässige und selbst zackige Linien, die 0,002—0,006''' von einander abstehen und quer um das Haar herumziehen, hie und da auch durch kleine sägenförmige Zacken am scheinbaren Rande desselben (Fig. 73. A); behandelt man dagegen ein Haar mit Alkalien, so löst sich dasselbe in grösseren oder kleineren Lamellen von der Fasersubstanz und zerfällt selbst in seine Elemente. Diese sind ganz platte, im Allgemeinen durchsichtige und blassrandige, vier- oder rechteckige kernlose Plättchen (Fig 73. B), die in keinem Reagens zu Bläschen aufquellen und, wie Ziegel eines Daches verbunden, eine einfache Membran darstellen, die die Haarrinde vollständig umgiebt, und zwar, so, dass die tieferen oder unteren Zellen die oberen decken. Auch in Schwefelsäure lässt das Oberhäutchen seinen Bau leicht erkennen; das Haar wird an den Rändern von den sich aufrichtenden Plättchen wie filzig, und durch Schaben oder Reiben ist das Oberhäutchen zwar weniger leicht in grösseren Lamellen, wohl aber in seinen Elementen zu erhalten.

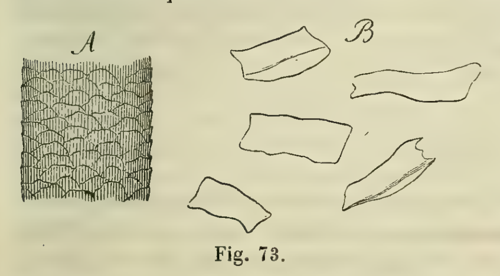


Fig. 73.

Das Oberhäutchen besteht aus einer einzigen, am Schaft 0,002—0,003''', an der Wurzel 0,0025—0,0035''' dicken Lage von Plättchen, die in der Quer-

Fig. 73. *A.* Oberfläche des Schaftes eines weissen Haares, 160mal vergr. Die gebogenen Linien bezeichnen die freien Ränder der Oberhautplättchen. *B.* Durch Natron isolirte Oberhautplättchen von der Fläche, 350mal vergr. — Von den längeren Rändern derselben sind entweder nur der eine oder beide mehr oder weniger umgeschlagen und daher dunkel.

richtung des Haares 0,024 — 028''', 0,016 — 0,02''' in der Längenrichtung messen und kaum dicker als 0,0005''' sind. An der Haarzwiebel gehen diese Plättchen mit einer ziemlich scharfen Grenze in kernhaltige weiche Zellen über (siehe meine Mikr. Anat. Taf. II. Fig. 1. *n*), die in der Querrichtung der Haarzwiebel breit, sehr kurz in der Richtung der Längenaxe derselben und etwas länger in ihrem dritten Durchmesser sind, der senkrecht oder schief auf die Längsaxe des Haares steht. Dieselben werden von Alkali leicht, aber selbst von Essigsäure angegriffen, besitzen ohne Ausnahme quere und ziemlich lange Kerne und gehen endlich am Ende der Zwiebel in die schon beschriebenen, dieselben bildenden runden Zellen über.

§. 62.

Die Haarbälge, *Folliculi pilorum*, sind 1—3''' lange, flaschenförmige Säckchen, welche die Haarwurzeln ziemlich dicht umschliessen und bei Wollhaaren in der Substanz der oberen Lagen der Lederhaut drinliegen, bei starken oder langen Haaren dagegen meist bis in die tiefen Theile derselben hineinragen und selbst mehr oder weniger weit in das Unterhautzellgewebe sich erstrecken. Dieselben sind einfach als eine Fortsetzung der Haut mit ihren beiden Bestandtheilen, der Lederhaut und der Epidermis, zu betrachten und demgemäss unterscheidet man auch an jedem von ihnen einen äusseren faserigen gefässreichen Theil, Haarbalg im engern Sinne, und eine gefässlose, aus Zellen bestehende und das Haar umgebende Auskleidung desselben, die Wurzelscheide, *Vagina pili*, die zum Theil als Epidermis des Haarbalges anzusehen ist, zum Theil eine besondere Scheide für die Haarwurzeln darstellt.

§. 63.

Der Haarbalg im engern Sinne besteht aus zwei Faserhäuten, einer äussern und einer innern und aus einer structurlosen Haut, hat im Mittel 0,015—0,022''' Dicke und besitzt als ein eigenthümliches Gebilde in seinem Grunde die Haarpapille.

Die äussere Faserhaut (Fig. 65. *h*), die dickste der drei Lagen des Haarbalges bedingt die äussere Form desselben und hängt in ihrem obersten Theile sehr innig mit der Lederhaut zusammen. Dieselbe besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe mit longitudinal verlaufenden Fasern, ohne Beimengung von elastischen Fasern, aber mit ziemlich vielen länglichen, spindelförmigen kleinen Saftzellen, enthält ein ziemlich reichliches Netz von Capillaren und lässt auch einzelne Nervenfasern mit spärlichen Theilungen erkennen.

Die innere Faserhaut (Fig. 73. *a*) ist beträchtlich zarter als die äussere und erstreckt sich, überall gleich dick und von glatten Flächen begrenzt, vom Grunde des Haarbalges nur bis in die Gegend, wo die Talgdrüsen einmünden. Sie ist allem Anscheine nach gefäss- und nervenloos und besteht aus einer einfachen Lage querlaufender Fasern mit langen schmalen Kernen, die besonders an leeren Haarbälgen starker und feiner Haare mit oder ohne Anwendung von Essigsäure leicht zu sehen sind und an glatte Muskelfasern

erinnern, jedoch nicht vollständig sich isoliren und wirklich als spindelförförmige einkernige Fasern sich erkennen lassen, weshalb ich auch, umsomehr, als über allfällige Contractionen von Haarbälgen keine Thatsachen vorliegen, mich über deren Natur vorläufig nicht mit Bestimmtheit äussern mag.

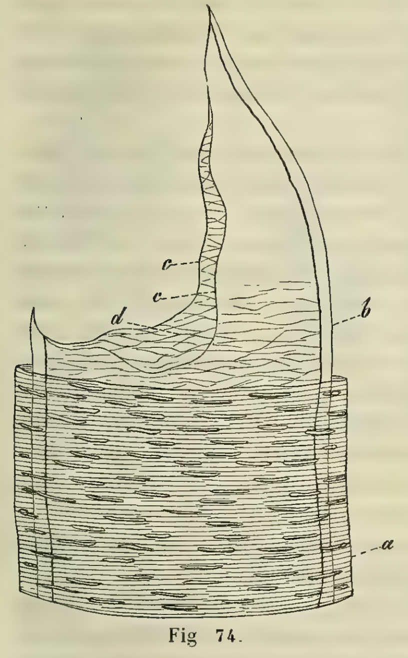


Fig 74.

Die dritte Schicht endlich (Fig. 74. *b*) ist eine glashelle, structurlose Haut, die beim Ausreissen der Haare ohne Ausnahme im Haarbalge zurückbleibt und vom Grunde desselben an im Zusammenhang mit der Haarpapille, und nach *Dalzell* auch diese bekleidend, so weit als die innere Wurzelscheide und vielleicht noch höher sich erstreckt. Dieselbe erscheint am unverletzten Haarbalge nur als ein ganz blasser Streifen von 0,001—0,0015''', selten bis 0,002''' Dicke zwischen der äussern Wurzelscheide und der Querfaserlage des Haarbalges, lässt sich aber durch Präparation eines leeren Haarbalges leicht in grösseren Fetzen erhalten und zeigt sich dann aussen glatt, innen mit ganz zarten, queren, oft anastomosirenden Linien bedeckt, die, wie die Haut selbst, in verdünnten Säuren und Alkalien sich nicht verändern. Weder Alkalien noch Säuren bringen an dieser Haut Zellen oder Kerne zum Vorschein, und gehört dieselbe daher in die Kategorie der ächten structurlosen Häute.

Die Haarpapille, *Papilla pili* (Fig. 71. *i*) weniger passend auch Haarkeim, *Pulpa pili*, genannt, gehört dem Balge an und entspricht einer Cutispapille. Dieselbe ist eine schöne, ei- oder pilzförmige, $\frac{1}{8}$—$\frac{1}{40}$''' lange, $\frac{1}{11}$—$\frac{1}{20}$''' breite Papille, die durch einen Stiel mit der Bindegewebslage des Balges zusammenhängt, eine vollkommen scharfe Begrenzung, so wie eine ganz glatte Oberfläche besitzt und im Bau ganz an die Cutispapillen sich anschliesst und aus einem undeutlich faserigen Bindegewebe mit einzelnen Kernen und Fettkörnchen, aber nicht aus Zellen besteht. Im Innern enthält dieselbe auch beim Menschen wie bei Thieren Gefässe, dagegen ist von dem Vorkommen von Nerven in ihr nichts bekannt.

Fig. 74. Ein Stückchen von der Querfaserlage und der structurlosen Schicht (Glashaut) eines Haarbalges vom Menschen mit Essigsäure behandelt, 300mal vergr. *a*. Querfaserlage mit länglichen queren Kernen; *b*. Glashaut im scheinbaren Querschnitt; *c*. Ränder derselben, da wo der Schlauch, den sie bildet, zerrissen ist; *d*. feine quere, zum Theil anastomosirende Linien (Fasern?) auf ihrer innern Fläche

§. 64.

Die Wurzescheiden zerfallen in eine äussere und innere Lage, von denen die erstere continuirlich mit der Oberhaut um die Mündungen der Haarbälge zusammenhängt und als Epidermisauskleidung der Haarbälge erscheint, während die andere eine ganz selbständige Lage ist und in directe Beziehung zum Haare tritt.

Die äussere Wurzelscheide ist die Fortsetzung des *Stratum Malpighii* der Oberhaut und kleidet den ganzen Haarbalg aus, indem sie in seiner untern Hälfte der beschriebenen Glashaut, weiter oben, wo diese und die Querfasern nicht mehr da sind, der longitudinalen Faserschicht unmittelbar aufsitzt. Im Bau entspricht dieselbe vollkommen der *Malpighi*'schen Schicht selbst darin, dass ihre äussersten Zellen, die beim Neger nach *Krause* überall und bei Weissen wenigstens an den Haaren der *Labia majora* nach obenzu braun sind, senkrecht stehen. Im Grunde des Haarbalges hängt die äussere Scheide, indem ihre Zellen gleichmässig rund werden, continuirlich und ohne Abgrenzung mit den rundlichen Zellen der Haarzwiebel, die die Haarpapille überziehen, zusammen. Die äussere Wurzelscheide ist im Allgemeinen ungefähr 3—5mal so dick als die innere Scheide, verdünnt sich aber nicht selten nach oben zu etwas und läuft nach unten ohne Ausnahme in eine ganz schmale Lamelle aus. An stärkeren Haaren misst sie in der Mitte der Wurzel 0,018—0,03''' und hat 5—12 Lagen von Zellen.

Die innere Wurzelscheide (Fig. 71. *e, f*) ist eine durchsichtige Haut, welche fast vom Grunde des Haarbalges an über etwa ⅔ desselben sich erstreckt und dann scharf abgeschnitten endet, dieselbe ist äusserlich mit der äussern Scheide, innerlich mit dem Oberhäutchen des Haares fest verbunden, so dass normal kein Zwischenraum zwischen ihr und dem Haare sich befindet, zeichnet sich besonders durch ihre grössere Festigkeit und Elasticität aus und besteht, abgesehen von ihren untersten Theilen, aus zwei Schichten, der eigentlichen innern Scheide und dem Oberhäutchen, das zur Unterscheidung von demjenigen des Haares als Oberhäutchen der Wurzelscheide bezeichnet werden muss. Die eigentliche innere Scheide zeigt zwei oder selbst drei Lagen polygonaler, länglicher, durchsichtiger und etwas gelblicher Zellen, die alle mit ihrer Längsaxe derjenigen des Haares parallel laufen (Fig 71). Die äusserste Lage (Fig. 74. *A*), die früher allein bekannt war, innere Wurzelscheide von *Henle*, wird von längeren, kernlosen Zellen von 0,016—0,02''' Länge und 0,004—0,006''' Breite gebildet, die der Länge nach stark zusammenhängen und bei den gewöhnlichen Untersuchungsweisen nach Zusatz von Essigsäure, Natron oder Kali, die das Haar aufquellen machen, und beim Zerrupfen längliche schmalere und weitere Spalten zwischen sich enthalten und das Bild einer durchlöcherten Membran geben. An ganz frischen Haaren sieht man jedoch, wenn alle Reagentien und mechanischen Eingriffe vermieden werden, an der oberen Hälfte der fraglichen Schicht von Oeffnungen meist keine Spur und an der untern (von der feinfaserigen Stelle der Rinde an abwärts) höchstens Andeutungen derselben in Gestalt von, je nach der Einstellung, helleren oder dunkleren Strichen, ähnlich denen

der Rinde des Schaftes; es bleibt daher kaum etwas anderes übrig, als die Oeffnungen, wie man sie gewöhnlich sieht, von 0,005—0,008‴ Länge und 0,001—0,003‴ Breite für durch künstliche Zerrung der Membran erzeugte zu erklären. In der Wurzelscheide kommen zweitens auch Zellen vor, die nie Lücken zwischen sich darbieten. Dieselben (Fig. 75. *B*), die eine einfache oder doppelte Lage ausmachen (*Huxley's* Schicht), liegen constant n a c h i n n e n von der gewöhnlich perforirten Schicht, die ich immer nur als einfache Zellenlage gesehen, sind kürzer und breiter als die schon beschriebenen Zellen (0,014—0,048‴ lang, 0,006—0,009‴ breit, jedoch ebenfalls polygonal, und besitzen, wenigstens in der untern Hälfte der Wurzelscheide, deutliche, längliche, oft in Spitzen verlängerte Kerne von 0,004—0,006‴. Der Durchmesser der ganzen innern Wurzelscheide beträgt im Mittel 0,006—0,015‴, woraus ersichtlich ist, dass die Zellen derselben, die höchstens drei Lagen bilden, mindestens 0,002—0,005‴ Dicke besitzen. Dieselben sind ohne weiteres in ihrer natürlichen Lage und beim Zerzupfen der Wurzelscheide zu erkennen und isoliren sich in Natron und Kali leicht (Fig. 75), jedoch ohne aufzuquellen, was, so wie die bedeutende Resistenz derselben in Alkalien überhaupt, ein Character dieser Zellen ist, den sie nur noch mit den Oberhautplättchen des Haares theilen.

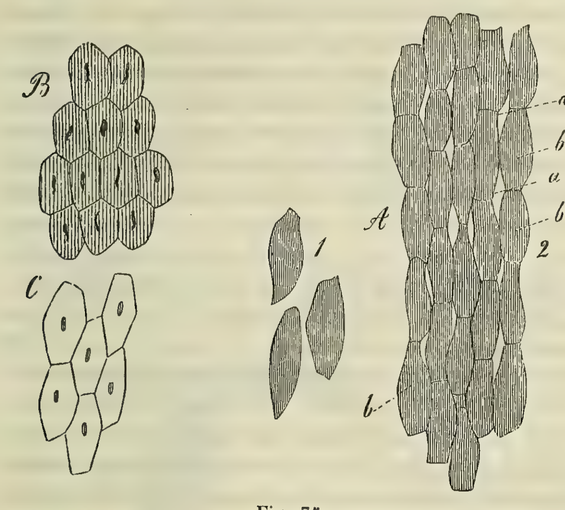


Fig. 75.

Im Grunde des Haarbalges besteht die eigentliche innere Wurzelscheide nur aus einer einzigen Lage schöner, grosser, polygonaler, kernhaltiger Zellen ohne Oeffnungen zwischen denselben (Fig. 75. *C*), welche, zuletzt weich, zart und rundlich geworden, ohne scharfe Grenzen in die äussern Lagen der runden Zellen der Haarzwiebel übergehen. Nach oben steht diese Hülle nicht selten etwas von dem Haare ab und endet unweit der Einmündungsstelle der Talgdrüsen mit einem scharfen gezackten Rande, welcher durch die einzelnen mehr oder weniger vorragenden Zellen derselben gebildet wird. Von da an aufwärts wird ihre Stelle von der äussern Wurzelscheide eingenommen, deren

Fig. 75. Elemente der innern Wurzelscheide, 350mal vergr. *A*. Aus der äussern Schicht 1) isolirte Plättchen derselben; 2) dieselbe im Zusammenhang aus den obersten Theilen der fraglichen Lage nach Behandlung mit Natron. *a*. Oeffnungen zwischen den Zellen *b*. *B*. Zellen der innern nicht perforirten Schicht mit länglichen und leicht zackigen Kernen. *C*. Kernhaltige Zellen des einschichtigen untersten Theiles der innern Scheide.

innerste Zellen bald alle Charactere derer der Hornschicht der Oberhaut annehmen.

Das Oberhäutchen der innern Wurzelscheide liegt der innern Wurzelscheide in ihrer ganzen Ausdehnung dicht an und gleicht dem Oberhäutchen des Haares selbst, an welches dasselbe unmittelbar angrenzt, sehr. Dasselbe (Fig. 71. *d*) tritt besonders bei Zusatz von Kali und Natron hervor, zieht sich bei etwelchem Druck häufig zugleich mit der innern Wurzelscheide von dem Haare ab, während das Oberhäutchen des Haares wellenförmig sich biegend, auf der Rindensubstanz liegen bleibt, und ist dann zumal sowohl in der Profil-, als in der Flächenansicht leicht zu studiren. An ausgerissenen Haaren findet sich diese Schicht nur dann vor, wenn dieselben noch von der innern Wurzelscheide überzogen sind, sonst bleibt sie im Haarbalge zurück. Ihre Elemente sind kernlose, dachziegelförmig sich deckende, breite, in Alkalien nie aufquellende und sehr schwer lösliche Zellen, die jedoch dicker sind als die des Oberhäutchens des Haares, und in der Richtung des Längendurchmessers des Haares nur 0,002—0,004''' messen. Die ganze Schicht misst 0,0016—0,002''' und setzt sich an der Haarzwiebel mit einer ziemlich scharfen Grenze in kernhaltige grosse Zellen fort, deren Verhältnisse genau dieselben sind, wie die, in welche das Oberhäutchen des Haares selbst übergeht, nur dass die Zellen im Allgemeinen kleiner sind.

Mit *Reichert* betrachte ich die äussere Wurzelscheide als Epidermis des Balges und die innere sammt ihrem Oberhäutchen als selbständige zum Haar gehörige Lage, nur kann ich beim fertigen Haar nicht, wie *Reichert* es zu thun scheint, auch ein Wachsthum der innern Wurzelscheide annehmen.

. 65.

Entwickelung der Haare. Die ersten Anlagen der Haare sind von der Schleimschicht der Oberhaut aus durch eine Wucherung derselben nach innen gebildete flaschenförmige solide Fortsätze, in denen dann ein verschiedenes Verhalten der innern und äussern Zellen eintritt in der Weise, dass die ersteren einmal ganz in der Axe der Haaranlage zu einem kleinen zarten Haar, und zweitens rings um dasselbe herum zu einer innern Scheide desselben verhornen, während die letztern mehr unverändert und weich bleiben und als äussere Scheide und weiche Zellen der Haarzwiebel erscheinen. Hierbei erscheinen Haare und Scheiden gleich in ihrer Totalität, jene als kleine Härchen mit Wurzel, Schaft und Spitze, und bildet sich nicht etwa, wie bei den Zähnen die Krone, so zuerst nur die Spitze, noch weniger, wie *Simon* angenommen hatte, die Wurzel. — Die Elemente der jüngsten Haare sind nichts als verlängerte Zellen, ähnlich denen der Rinde der spätern Haare, deren Entstehung durch Verlängerung und chemische Umwandlung der innersten Zellen der Haaranlagen vor sich geht. Markzellen fehlen gänzlich, dagegen ist das Oberhäutchen deutlich vorhanden. Die innere Scheide ist streifig, hat keine Lücken und besteht aus länglichen Zellen, die aus den zwischen Haar und äusserer Scheide gelegenen Zellen sich entwickelt haben. — Der eigentliche Haarbalg bildet sich in seinen

Faserlagen wesentlich *in loco* aus den die Haaranlage umgebenden Bildungszellen der *Cutis*, kann aber möglicherweise auch als eine Einstülpung der *Cutis* durch die hervorsprossenden Oberhautfortsätze gedacht werden. Sein structurloses Häutchen, das schon so früh erscheint, möchte in einer engern Beziehung zu den äusseren Zellen der Haaranlagen, resp. der äussern Wurzelscheide stehen und ähnlich den *Membranae propriae* der Drüsen durch eine Ausscheidung derselben sich bilden, und was die Haarpapille anlangt, so ist dieselbe offenbar nichts anderes als eine in die zellige Haaranlage dringende Wucherung des faserigen Theiles der Haarbälge, analog den Lederhautpapillen.

Die ersten Anlagen der Wollhaare und ihrer Scheiden finden sich bei menschlichen Embryonen am Ende des dritten oder im Anfange des vierten Monates an Stirn und Augenbrauen und bestehen aus 0,02''' grossen Zellenhäufchen von warzenförmiger Gestalt (Fig. 76), die mit dem *Rete Malpighii* der Oberhaut zusammenhängen. In der 15. Woche waren die Fortsätze schon grösser (0,025—0,05''' lang, 0,013—0,02''' breit), flaschenförmig von Gestalt und von einer zarten structurlosen Hülle umgeben, die continuirlich in ein zwischen *Rete Malpighii* und *Cutis* gelegenes und mit ersterem fester verbundenes zartes Häutchen sich fortsetzte. Ausser dieser Hülle, die wohl nichts anderes als die auch an den ausgebildeten Haarbälgen vorhandene, von mir aufgefundene structurlose Membran ist (siehe §. 62), kommt an den Haarbälgen noch eine äussere Zellenlage vor, die meist nur in Fetzen, selten ganz mit denselben von der *Cutis* sich ablöst, in welcher ich die erste Andeutung der Faserlagen der Haarbälge sehe. In der 16. und 17. Woche vergrössern sich die Fortsätze der Schleimschicht, die ich nun einfach Haaranlagen nennen will, bis zu 0,04—0,06''' Länge und 0,03—0,04''' Breite, verstärken sich in ihren Hüllen, lassen jedoch noch keine Spur eines Haares erkennen. Erst in der 18. Woche zeigen sich an den Augenbrauen die ersten Andeutungen der Haare in Haaranlagen von 0,1 und 0,2''', indem die centralen Zellen derselben sich etwas verlängern und mit ihrer Längsaxe denjenigen der Anlagen sich gleichstellen, während die peripherischen Zellen mit ihrem nun ebenfalls länger gewordenen einen Durchmesser sich in die Quere legen. So entsteht eine verschiedene Schattirung der bisher noch ganz gleichmässig gebauten Haaranlagen und grenzt sich in denselben eine centrale, kegelförmige, unten breite, nach oben spitz auslaufende Masse von einer unten schmalen, oben stärkeren Rinde ab. Ist die Haaranlage 0,22''' lang, so wird diese Abgrenzung noch deutlicher, indem dann der etwas länger und besonders breiter gewordene innere Kegel ein lichteres Ansehen gewinnt (Fig. 77). Endlich scheidet sich auch an Haaranlagen von 0,28''' der innere Kegel in zwei Gebilde, ein centrales, etwas dunkleres und ein äusseres, ganz durchsichtiges, glashelles, Haar und innere Wurzelscheide, während nunmehr die peripherischen, undurchsichtig gebliebenen Zellen als äussere Wurzelscheide nicht zu verkennen sind (Fig. 78. *A*). Zugleich tritt die schon früher (Fig. 77.) in schwachen Spuren sichtbare Haarpapille deutlicher hervor und wird auch der eigentliche Haarbalg kenntlicher, indem die äusserlich an seiner structurlosen Haut gelagerten Zellen in Fasern überzugehen beginnen, und schon jetzt in ihrer sich kreuzenden Richtung sich kund

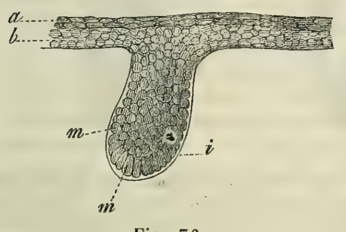
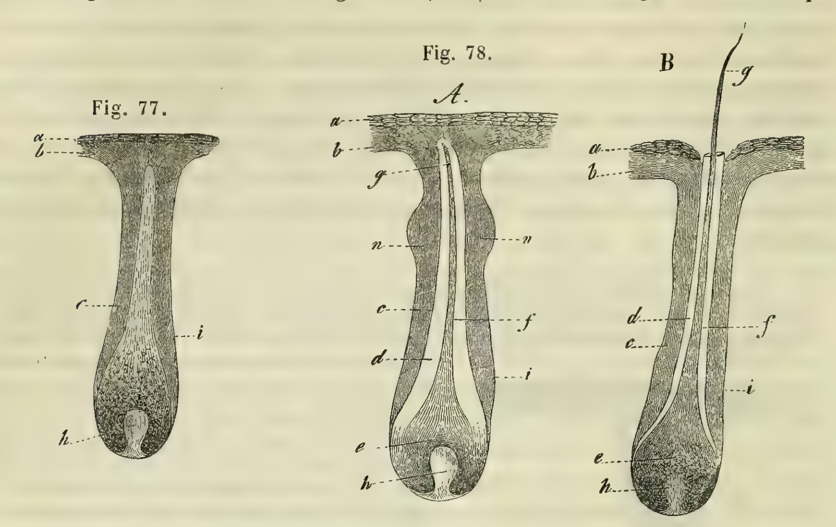


Fig. 76.

Fig. 76. Haaranlage von der Stirn eines 16 Wochen alten menschlichen Embryo, 350mal vergr.; *a.* Hornschicht der Oberhaut; *b.* Schleimschicht derselben; *i.* structurlose Haut aussen um die Haaranlage herum, die sich zwischen Schleimschicht und Corium fortzieht; *m.* rundliche, zum Theil längliche Zellen, welche die Haaranlage vorzüglich zusammensetzen.

geben. — Vollkommen in derselben Weise, wie an den Augenbrauen, entstehen auch die Haarbälge und Haare an den übrigen Orten, nur fällt ihre Bildung in eine etwas spä-



tere Zeit. In der 15. Woche sind ausser an Stirn und Brauen noch keine Haaranlagen sichtbar, in der 16. und 17. Woche treten sie am ganzen Kopfe, Rücken, Brust und Bauch auf, in der 20. Woche erst an den Extremitäten. Die Haare selbst zeigen sich nie früher als 3—5 Wochen nach Entstehung der Haaranlagen, so sind z. B. in der 19. Woche, ausser an Stirn und Augenbrauen, nirgends Haare in den Anlagen zu sehen und in der 24. Woche mangeln dieselben noch an Hand, Fuss und zum Theil am Vorderarm und Unterschenkel.

Einmal gebildet wachsen die Haare und Haarbälge und durchbohren die ersteren zum Theil die Epidermis unmittelbar (Augenbrauen, Wimpern (Fig. 78), zum Theil schieben sie sich zugleich mit der innern Wurzelscheide, die ebenfalls sich verlängert, mit ihren Spitzen zwischen Hornschicht und *Stratum Malpighii* oder in die Elemente der Hornschicht selbst hinein und wachsen noch einige Zeit lang, bedeckt von der Oberhaut, fort (Brust, Bauch, Rücken, Extremitäten [?]), um endlich ebenfalls durchzubrechen. Einstülpungen der Haut, die den durchbrechenden Haaren entgegenwachsen, sind nie und nimmer zu sehen, und es beruht daher die Annahme von solchen rein auf subjectiver Basis.

Die Wollhaare, *Lanugo*, deren Durchbruch in der 23. bis 25. Woche sich vollendet, sind kurze feine Härchen, deren eigenthümliche Stellung oben schon berührt wurde. Dieselben messen an der Zwiebel 0,01‴, am Schaft 0,006‴, an der Spitze 0,0012—0,002‴, sind hellblond oder fast farblos und bestehen nur aus Rindensubstanz und einem

Fig. 77. Anlage eines Augenbrauenhaares von 0,22‴, 50mal vergr., deren innere Zellen einen deutlichen Kegel bilden, noch ohne Haar, aber mit angedeuteter Papille. *a.* Hornschicht der Oberhaut; *b.* Schleimschicht derselben; *c.* äussere Wurzelscheide des späteren Balges; *i.* structurlose Haut aussen an derselben; *h. Papilla pili.*

Fig. 78. *A.* Haaranlage von den Augenbrauen mit eben entstandenen, aber noch nicht durchgebrochenem Haar von 0,28‴ Länge. Die innere Wurzelscheide überragt oben die Haarspitze in etwas und seitlich am Halse des Balges zeigen sich in Gestalt zweier warzenförmigen Auswüchse der äussern Wurzelscheide die ersten Anlagen der Talgdrüsen. *B.* Haarbalg von ebendaselbst mit eben durchgebrochenem Haar. Die innere Wurzelscheide ragt in die Oeffnung des Haarbalges hinein; Talgdrüsenanlagen sind hier noch keine da. Die Buchstaben *a, b, c, h, i* bedeuten dasselbe, wie in Fig. 77. *e.* Haarzwiebel; *f.* Haarschaft; *g.* Haarspitze; *n.* Anlagen der Talgdrüsen.

Oberhäutchen. Die Zwiebel ist beim Menschen meist ungefärbt und sitzt auf einer oft sehr deutlichen Haarpapille auf, welche vom Grunde des Haarbalges wie gewöhnlich sich erhebt. Dieser hat dieselben drei Schichten wie beim Erwachsenen und eine sehr entwickelte Epidermisauskleidung und zwar eine äussere Wurzelscheide von 0,004—0,012‴ und eine innere Scheide von 0,006—0,008‴ ohne Lücken.

Nach ihrem Hervorbrechen wachsen die Wollhaare langsam fort, bis zur Länge von etwa $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$″ und zwar am Kopfe mehr als an den übrigen Theilen, bleiben in ihrer Mehrzahl bis ans Ende des Fötallebens bestehen und färben sich nach und nach etwas dunkler, in manchen Fällen, wie am Kopfe, selbst schwärzlich, ein anderer ganz geringer Theil fällt ab, gelangt ins Fruchtwasser, wird mit demselben oft vom Fötus verschluckt und ist dann im *Meconium* zu finden. Ein eigentliches Abwerfen der Haare findet sich nach dem, was ich sehe, in der Fötalperiode durchaus nicht, vielmehr kommen die Kinder mit der *Lanugo* zur Welt; eben so wenig zeigt sich nach ihrem gänzlichen Hervorbrechen ferner noch eine Spur von Haarbildung

Ueber die erste Bildung der Haare bei Thieren liegen besondere Beobachtungen von *Steinlin*, *Remak* und *Reissner* vor, welche in Manchem mit meinen Erfahrungen nicht übereinstimmen. *Steinlin* und *Remak* finden in den ersten Haaranlagen eine Höhle im Innern, die ich beim Menschen nicht sah, und die auch *Reissner* leugnet. Dieser Autor hat die von mir beschriebenen Stadien wesentlich ebenso gefunden wie ich, dagegen bringt er noch einiges über die allererste Entstehung der Haarkeime bei, wonach das erste die Bildung einer hügelartigen niedrigen Erhebung der ganzen Haut ist, worauf dann erst die Oberhaut nach innen wächst, während die Mitte des Cutishügels zur Haarpapille sich erhebt. Eine ganz besondere Ansicht über die Bedeutung und Entwickelung der Haare haben *Busk* und *Huxley* aufgestellt (Uebers. m. Mikr. Anat. p. 182. 193). Das Haar soll ganz einem Zahn entsprechen, d. h. die Rinde dem Zahnbein, das Oberhäutchen dem Schmelz, die Wurzelscheiden dem Schmelzorgan u. s. w.

§. 66.

Haarwechsel. Nach der Geburt findet sich ein totaler Haarwechsel in der Weise, dass in den Haarbälgen der Wollhaare selbst neue Haare entstehen, die allmählich die alten verdrängen. Dieser Haarwechsel, den ich an den Augenwimpern eines einjährigen Kindes auffand, leitet sich dadurch ein, dass im Grunde der Haarbälge der Wollhaare durch eine Wucherung der rundlichen weichen Zellen der Haarzwiebel und der angrenzenden äussern Wurzelscheide aus Zellen gebildete längere Fortsätze entstehen, durch welche das Haar von seiner Papille abgehoben wird, während es zugleich auch in seinen untersten Theilen verhornt. Haben diese Fortsätze eine Länge von 0,25‴ erreicht (Fig. 79. *A*), so tritt eine Sonderung ihrer äussern und innern Zellen ein, ähnlich derjenigen, die schon oben bei der Entstehung der Wollhaare in den Fortsätzen des *Stratum Malpighii* der Haut geschildert wurde. Während nämlich die äussern Zellen rund und ungefärbt bleiben, wie sie es früher waren, fangen die innern an, Pigment in sich zu entwickeln und sich zu verlängern, und grenzen sich zugleich als eine kegelförmige, mit der Spitze nach oben gerichtete Masse von den ersteren ab. Anfänglich nun (Fig. 78. *A*) ist diese mittlere Masse ganz weich und wie die äusserlich sie umgebenden Zellenschichten in Natron leicht löslich; später jedoch, nachdem sie sammt dem Fortsatze, der sie einschliesst, sich noch mehr in die Länge gezogen hat, werden ihre Elemente härter und scheiden sich zugleich in zwei Theile, einen inneren dunkleren, pigmentirten und einen äussern hellen, die nichts anderes als ein junges Haar sammt seiner innern

Scheide sind (Fig. 78. *B*). Das junge Haar, das anfänglich mit seiner Spitze nicht über seine innere Wurzelscheide hervorragt, wächst nun nach und nach

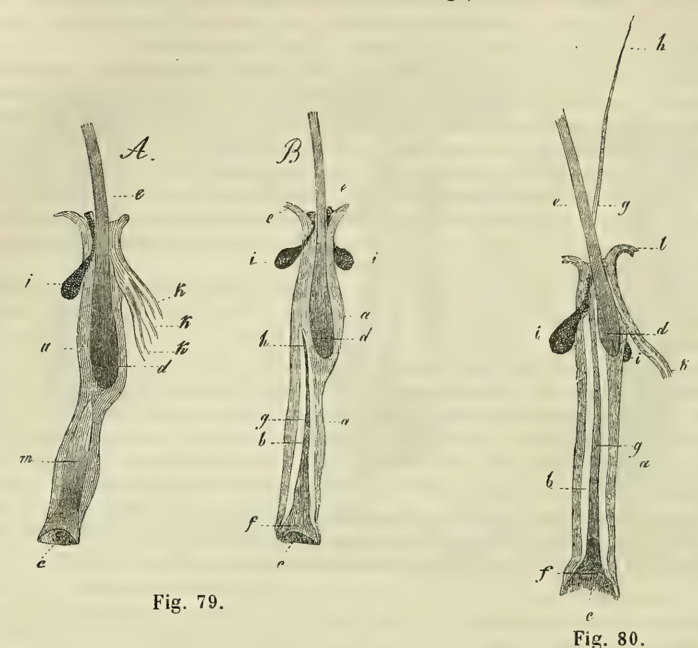


Fig. 79.

Fig. 80.

mit seiner Spitze bis zur Oeffnung des alten Balges herauf, während zugleich seine Wurzelscheide sich verlängert und die Zwiebel des abgestorbenen Haares in die Höhe rückt, bis dasselbe endlich ganz heraustritt und neben dem alten noch höher hinaufgeschobenen zu derselben Oeffnung herauskommt. Ist einmal die Entwickelung der jungen Haare so weit gediehen, so ergiebt sich das letzte Stadium fast von selbst. Das alte schon längst nicht mehr wachsende und mit dem Grunde des Balges nicht mehr in Verbindung stehende, ganz nach aussen geschobene Haar fällt aus, während dagegen das junge Haar noch grösser und stärker wird und die von dem alten gelassene Lücke aus-

Fig. 79. Ausgezogene Augenwimpern eines einjährigen Kindes, 20mal vergr. *A*. Eine solche mit einem Fortsatze der Zwiebel oder äussern Wurzelscheide von 0,25‴, in welchem die centralen Zellen länglich sind (ihr Pigment ist nicht wiedergegeben) und als ein deutlicher Kegel von den äusseren sich abgrenzen. *B*. Augenwimper, in deren Fortsatz von 0,3‴ Länge der innere Kegel in ein Haar und eine innere Wurzelscheide umgebildet ist. Das alte Haar ist höher heraufgerückt und besitzt ebenso wenig wie in *A*. und Fig. 77 eine innere Wurzelscheide. *a*. Aeussere, *b*. innere Wurzelscheide des jungen Haares, *c*. Grube für die Haarpapille, *d*. Zwiebel, *e*. Schaft des alten Haares, *f*. Zwiebel, *g*. Schaft, *h*. Spitze des jungen Haares, *i*. Talgdrüsen, *k*. drei Schweisscanäle, die in *A*. in den obern Theil des Haarbalges einmünden, *l*. Uebergang der äussern Wurzelscheide in die Schleimschicht der Oberhaut.

Fig. 80. Eine Augenwimper mit den Wurzelscheiden von einem einjährigen Kinde. mit einem alten und einem hervorwachsenden jungen Haare 20mal vergr. Das junge Haar ist gänzlich herausgetreten und es kommen nun zwei Haare zu einer Oeffnung heraus. Ein Schweisscanal mündet in den Haarbalg. Die Buchstaben bedeuten dasselbe wie in Fig. 79.

füllt. — Als das *Primum movens* des Absterbens und Heraufrückens des alten Haares betrachte ich die Entstehung der geschilderten Fortsätze der Haarzwiebeln und äusseren Wurzelscheiden im Grunde der Bälge. Diese treiben, da die Bälge sich nicht auch entsprechend verlängern, alle über ihnen gelegenen Theile in die Höhe und setzen einen immer grösseren Zwischenraum zwischen der Haarpapille und dem eigentlichen Haar, oder dem Punkte, wo die runden Zellen der Zwiebel anfangen sich zu verlängern und zu verhornen. So wird das Haar gewissermaassen von seinem ernährenden Boden abgehoben, erhält immer weniger Zufuhr von Blastem, steht endlich im Wachsthum stille und verhornt auch in seinen untersten Theilen. Die Zellen der Fortsätze dagegen, die mit der Papille in Verbindung stehen, beziehen aus derselben fortwährend neues Bildungsmaterial und benutzen dasselbe vorläufig nicht zur Bildung von Hornsubstanz, sondern zu ihrem eigenen Wachsthum. So erreichen die Fortsätze eine immer bedeutendere Länge und drängen auf ganz mechanische Weise die verhornte alte Haarwurzel sammt ihren Scheiden ganz nach oben bis an die Einmündungsstellen der Talgdrüsen, woselbst allem Anschein nach eine theilweise Auflösung der alten Scheiden stattfindet, die bei der innern ganz sicher zu constatiren ist und auch bei der äussern angenommen werden muss.

Alles angegebene gilt nur für die Augenwimpern. Die Kopfhaare und übrigen Körperhaare des erwähnten fast einjährigen Kindes enthielten nur je Ein Haar, zeigten aber an ihrer Zwiebel wenigstens Fortsätze ohne Haare, wie die, welche an den Augenwimpern dem Haarwechsel vorangehen, welche Fortsätze überhaupt an Haaren von Kindern aus dem ersten Jahre von der Geburt an eine ganz gewöhnliche Erscheinung sind. Ich glaube nicht zu irren, wenn ich aus dem Vorhandensein dieser Fortsätze auf das allgemeine Vorkommen eines Haarwechsels schliesse, um so weniger, da es sicher ist, dass bei vielen Kindern innerhalb der ersten 2 bis 6 Monate nach der Geburt die Kopfhaare ausfallen und neue an deren Stelle treten. Immerhin werden fernere Erfahrungen nöthig sein, um zu bestimmen, in welchem Zeitraume dieser erste Haarwechsel stattfindet, an welchen Haaren derselbe zu Stande kommt und ob später vielleicht noch andere solche auftreten.

Beim periodischen Haarwechsel der Thiere bilden sich, wie schon *Heusinger's* und *Kohlrausch's* Beobachtungen, neulich auch die von *Langer*, *Gegenbaur* und *Steinlin* lehren, die neuen Haare ebenfalls in den Bälgen der alten, doch scheinen nach dem letztern Autor, mit dem jedoch *Langer* nicht ganz übereinstimmt, die Vorgänge hierbei nicht ganz dieselben zu sein wie beim Menschen.

§. 67.

Physiologische Bemerkungen. Die Haare besitzen eine, je nach Ort und Geschlecht bestimmte Länge, wachsen jedoch, wenn sie geschnitten werden, wieder nach und verhalten sich mithin wie die übrigen Horngebilde. Der Ort, von welchem das Wachsthum der Haare ausgeht, ist unzweifelhaft der Grund des Haarbalges. Hier entstehen um die Haarpapille herum unter Mitwirkung eines aus den Gefässen derselben oder des Haarbalges selbst aus-

sickernden Blastemes, durch fortgesetzte Vermehrung der hier befindlichen Zellen neue solche Elemente, während die schon vorhandenen etwas höher oben ohne Unterlass die mittleren in Markzellen, die darauf folgenden in Rindenplättchen, die äussersten in Oberhautschüppchen sich gestalten, und so wird der verhornte Theil des Haares beständig von unten nach oben gedrängt und verlängert. In diesem findet sich keine Bildung von Elementartheilen, höchstens eine etwelche Veränderung der schon vorhandenen, welche bewirkt, dass die Wurzel von der Zwiebel an sich allmählich verdünnt, bis sie die Dicke des Schaftes angenommen hat. Höher oben fehlen aber selbst diese Veränderungen der Elementartheile, daher auch geschnittene Haare z. B. keine neuen Spitzen bekommen. Die Wurzelscheiden und die äussere Lage des Oberhäutchens nehmen an dem Wachsthume geschnittener Haare keinen Antheil.

Das fertig gebildete Haar, obschon gefässlos, ist doch kein todter Körper. Obschon die in demselben stattfindenden Vorgänge noch vollkommen in Dunkel gehüllt sind, so dürfen wir doch annehmen, dass dasselbe von Flüssigkeiten durchzogen ist und dieselben zu seiner Ernährung und Erhaltung verwendet. Diese Flüssigkeiten stammen aus den Gefässen der Haarpapille und des Haarbalges, steigen wahrscheinlich vorzüglich von der Zwiebel aus, ohne dass besondere Canäle für sie da wären, durch die Rindensubstanz in die Höhe und kommen in alle Theile der Haare hinein. Haben diese Säfte zur Ernährung des Haares gedient, so dunsten sie von der äussern Oberfläche desselben ab und werden durch neue ersetzt. Vielleicht nehmen die Haare auch von aussen Flüssigkeiten, natürlich nur in Dunstform auf, ähnlich wie ein zu einem Hygrometer verwendetes Haar; dagegen kann ich nicht glauben, dass, wie manche Autoren anzunehmen scheinen, das Secret der Talgdrüsen von aussen in die Haare eindringt, da das ganz geschlossene Oberhäutchen für dasselbe wohl undurchdringlich ist. Ebenso scheint es mir noch keineswegs bewiesen, dass die Haare von einem besonderen ölartigen Fluidum durchzogen sind *(Laer)*, welches aus der Marksubstanz stammen könnte *(Reichert)*, und dieselben fettig erhält, denn ein solches Fluidum ist nicht nachzuweisen und die fettige Beschaffenheit der Haare einfacher durch äusserlich anhängenden, leicht sichtbaren Hauttalg zu erklären. Die Bildung von Luft im Markstrange und in der Rinde kann nur auf einem Missverhältnisse zwischen der Zufuhr vom Haarbalge aus und dem was verdunstet beruhen; es ist gleichsam ein Austrocknen des Haares, das jedoch nicht so zu denken ist, als ob nun das Haar selbst in den lufthaltigen Theilen aller Flüssigkeit verlustig ginge. Auf jeden Fall sind aber die lufthaltigen Elemente als die unthätigsten, relativ abgestorbenen Theile des Haares zu betrachten, die Rinde dagegen, die auch in Alkalien am leichtesten sich verändert, trotz der scheinbaren Härte und Starrheit ihrer Elemente, gerade als das säftereichste und beim Stoffwechsel am meisten betheiligte Gebilde derselben. Allem zufolge besitzt auch das Haar Leben und steht in einer gewissen Abhängigkeit vom Gesammtorganismus, *in specie* von der Haut, aus deren Gefässen (i. e. denen des Haarbalges) es die zu seinem Bestehen nothwendigen Stoffe bezieht. Es kann daher, wie *Henle* treffend sagt, aus der Beschaffenheit der Haare ein

Schluss auf den Grad der Thätigkeit der Haut gemacht werden; sind dieselben weich und glänzend, so turgescirt und duftet die Haut, sind sie trocken, spröde und struppig, so ist auf einen Collapsus der Körperoberfläche zu schliessen. Das Ausfallen der Haare beruht gewiss in vielen Fällen, so z. B. wenn es im Laufe normaler Entwickelung eintritt, auf nichts Anderem, als auf einem Mangel an dem nöthigen Ernährungsmaterial, der in dem einen, oben schon auseinandergesetzten Falle beim Haarwechsel dadurch bewirkt wird, dass reichliche Zellenproductionen im Grunde des Haarbalges das Haar von seiner Matrix abheben, und im Alter wohl einfach von einer Obliteration der Gefässe des Haarbalges abhängt. — Auch das Weisswerden, das vorzüglich auf einer Entfärbung der Rinde, weniger des fast ungefärbten Markes beruht, gehört wohl theilweise hieher, denn sein normales Auftreten im höhern Alter giebt ihm ebenfalls die Bedeutung eines Rückbildungsprocesses. Interessant und besonders lebhaft für das Leben des Haares sprechend sind die so häufigen Fälle, wo das Ergrauen an der Spitze oder in der Mitte eines Haares beginnt und die wohl constatirten Beispiele von raschem Ergrauen derselben, jedoch ist es noch nicht gelungen nachzuweisen, welche eigenthümlichen Vorgänge in den Elementen des Haares die Entfärbung seiner verschiedenen Pigmente bewirken.

Wie die ausfallenden Haare im frühesten Alter durch andere ersetzt werden, so findet sich auch noch später etwas Aehnliches. Ganz sicher ist es, dass während des kräftigen Alters ein beständiger Ersatz für die vielen ausfallenden Haare gegeben wird, ferner dass zur Zeit der Pubertät an bestimmten Orten neue Haare in grösserer Menge hervorsprossen, allein unbekannt ist das wie. Da auch beim Erwachsenen Haarwurzeln mit kleinen Fortsätzen nach unten vorhanden sind, deren eigentliches Haar scharf und kolbig endet, wie beim Kinde, da ferner hier nicht selten zwei Haare zu einer Oeffnung herauskommen und selbst in einem Balge beisammen nachzuweisen sind, endlich an spontan ausgefallenen Haaren ohne Ausnahme Wurzeln vorkommen, wie sie an den beim ersten Haarwechsel sich losstossenden Haaren sich finden, so lässt sich annehmen, dass auch später ein wirklicher Haarwechsel vorkömmt in der Weise, dass die alten Haarbälge neue Haare erzeugen, während sie der alten sich entledigen. Hiemit soll jedoch nicht behauptet werden, dass eine wirkliche Neubildung von Haaren nach der Geburt nicht auch vorkomme, nur so viel, dass auch beim Erwachsenen vor allem an eine Regeneration von schon vorhandenen Haarbälgen aus zu denken ist, um so mehr, wenn man sich erinnert, dass nach *Heusinger's* Beobachtungen ausgezogene Spürhaare von Hunden binnen wenigen Tagen in denselben Bälgen sich neu erzeugen und dass auch beim Haarwechsel von erwachsenen Thieren nach *Kohlrausch* die jungen Haare in den alten Bälgen entstehen. — Auch wenn nach einer heftigen Krankheit in Masse ausgefallene Haare wieder kommen, so ist, da nach *E. H. Weber* die Bälge verloren gegangener Haare lange bestehen bleiben, eine Entstehung derselben in den alten Bälgen wahrscheinlicher als eine gänzliche Neubildung.

Die Vermehrung der Zellen der Haarzwiebel beim Wachsthume des Haares geschieht unzweifelhaft nicht durch freie Zellenbildung, da von einer solchen bei keiner Zwiebel

eine Spur zu sehen ist, sondern höchst wahrscheinlich durch Theilung. — Ich bin nicht der Meinung, dass alle Haare, die eine scharf abgesetzte kolbige Zwiebel haben, deswegen abgestorben sind und gleich ausfallen. In vielen Fällen ist dem gewiss so, in andern dagegen bezeichnet der angegebene Umstand gewiss nichts als das normale Ende des Wachsthums, womit natürlich nicht gesagt ist, dass die Ernährung auch aufgehoben sei. — Für eine beständige Neubildung der Haare, unabhängig von den alten Haarbälgen, werden von mehreren Seiten her die namentlich am Vorderarm, Unterschenkel u. s. w. anzutreffenden, spiralig zusammengerollt unter der Oberhaut liegenden und dieselbe dann durchbrechenden Härchen angeführt. Allein ich weiss nicht, ob nicht dieses Verhältniss mit mehreren Pathologen richtiger als ein mehr abnormes angesehen wird. Einmal findet sich nämlich eine solche Haarbildung lange nicht bei allen Individuen und zweitens sind, wo dieselbe da ist, neben den einfachen, scheinbar in normaler Weise entstandenen, zusammengerollt unter der Epidermis liegenden Härchen auch andere offenbar abnorme in grosser Menge zu finden, die oft zu vielen (bis auf 9) in einem Balge mit dicken Scheiden stecken, uud abgerundete Spitzen nebst unregelmässigen Zwiebeln haben. In Berücksichtigung dieser Verhältnisse möchte es für einmal gerathener sein, so lange eine wirkliche normale Neubildung von Haaren nicht bestimmt nachgewiesen ist, dieselbe auch nicht anzunehmen, und vorläufig auch für später die Entstehung der Haare in den schon vorhandenen Bälgen als die wahrscheinlichere zu statuiren, um so mehr als Dr. *Langer* eine solche wirklich in mehreren Fällen in derselben Weise, wie ich sie bei Kindern beschrieb, beobachtet hat. — Der Grund, warum die Haare, sobald sie abgeschnitten werden, beständig fortwachsen, sonst nicht, ist derselbe, den ich schon oben bei den Nägeln anführte, um dieselbe Erscheinung zu erklären. Es sondern die Gefässe der Haarpapille ein gewisses Quantum Ernährungsflüssigkeit aus, gerade so viel als ausreicht, um ein ganzes Haar fortwährend zu tränken und lebenskräftig zu erhalten. Wird das Haar abgeschnitten, so ist mehr Ernährungsfluidum da, als das Haar braucht, und aus dem Ueberschusse wächst dasselbe nach, bis es seine typische Länge wieder hat, oder es wächst immer fort, wenn es immerwährend neu verkürzt wird. Die neue und befremdende Angabe von *Engel* (l. c.), dass geschnittene Haare auch an der Schnittfläche wachsen, wobei jedoch das Wachsthum nur den vierten Theil von dem an der Zwiebel betrage, ist vor Kurzem von *Förster* (*Virch.* Arch. XII. p. 569) als unrichtig nachgewiesen worden.

Eine Transplantation der Haare mit den Haarbälgen ist *Dzondi*, *Tieffenbach* und *Wiesemann* gelungen. Haare entstehen auch an abnormen Stellen, z. B. auf Schleimhäuten, in Balggeschwülsten, Eierstockscysten, und besitzen überall, auch in der Lunge (*Mohr's* Fall), Bälge, Wurzelscheiden und auch sonst einen ganz normalen Bau. Narben der Haut bleiben haarlos. Worauf ein vorkommendes excessives Wachsthum der Haare und das krankhafte Ausfallen sammt der öfteren Wiedererzeugung derselben in Masse beruhen, ist, wenn genaue Nachweise verlangt werden, nicht zu sagen; wahrscheinlich sind vermehrte oder verminderte Exsudationen aus den Gefässen der Haarpapille und des Haarbalges die Hauptursachen, entferntere der Zustand der Haut und des Gesammtorganismus. In andern Fällen sind auch vegetabilische Productionen (Pilze) im Innern der Haare selbst oder unter dem Oberhäutchen der Haare und um sie herum an dem Kahlwerden Schuld, welches dann als beschränktes (*Alopecia circumscripta*(auftritt. Unerklärt ist auch das Ergrauen, obschon bei ihm zum Theil Einflüsse vom Nervensysteme aus (Gram, anstrengende geistige Arbeiten) deutlich vorliegen. Erst wenn Physiologie und Chemie diesen letztgenannten Vorgängen näher gerückt sein werden, wird an eine wissenschaftliche Pathologie und Therapie der Haare zu denken sein. —

Zur mikroskopischen Untersuchung wählt man am besten vor allem ein weisses Haar und seinen Balg, nachher auch gefärbte. Querschnitte erlangt man dadurch, dass man sich zweimal kurz hintereinander rasirt (*Henle*), oder Haare auf einem Glase (*H. Meyer*), oder ein Haarbündel zwischen zwei Kartenblättern (*Bowman*), oder in einen Kork eingeklemmt (*Harting*) schneidet; *Reichert* benutzt hierzu in Gutta Percha eingelassene Haare; Längsschnitte gewinnt man durch Schaben eines feineren oder Spalten eines

dickeren Haares. Die Haarbälge untersuche man isolirt und mit dem Haar; durch Präparation kann man die verschiedenen Schichten derselben trennen, durch Essigsäure die Kerne der beiden äusseren erkennen; die Papille sieht man am besten in den Bälgen weisser Haare. Die äussere Wurzelscheide folgt beim Ausreissen der Haare meist mit ihrem obern Theile, oft ganz mit, und löst sich an macerirter Haut ungemein leicht mit dem Haar; ihre Zellen sieht man ohne Zusätze oder durch etwas Essigsäure und Natron. Die innere Wurzelscheide findet sich an ausgerissenen Haaren oft ganz, und kann schon ohne weitere Vorbereitung oder nach Abpräparation der äussern Scheide in allen ihren Theilen erkannt werden. Noch deutlicher machen sie Natron und Kali in kurzer Zeit. Die Oberhäutchen müssen vorzüglich mit Alkalien und Schwefelsäure erforscht werden, ebenso das Haar selbst, worüber das Wichtigste schon angegeben wurde und Ausführlicheres bei *Donders* (l. c.) zu lesen ist; nur das hebe ich hervor, dass auch hier Anwendung eines höhern Temperaturgrades (siehe oben bei den Nägeln) viele Zeit erspart. — Will man die Haare beim Fötus erforschen, so zieht man, wenn derselbe jünger ist, einfach die Oberhaut ab und findet an der Innenfläche die Anlagen derselben; an älteren Embryonen macht man feine Hautdurchnitte oder nimmt mit der Oberhaut auch die Lederhaut weg, in welchem Falle dann Natron gute Dienste leistet. —

Literatur. *Eble*, Die Lehre von den Haaren in der gesammten organischen Natur. 2 Bde. Wien 1831; *Eschricht*, Ueber die Richtung der Haare am menschlichen Körper in *Müll.* Arch. 1837, p. 37; *v. Laer*, *De structura capill. hum. observationibus microscopicis illustr. Dissert. inaug. Traject. ad Rhenum* 1841, und Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 45, Nr. 147; *G. Simon*, Zur Entwickelungsgeschichte der Haare. *Müll.* Arch. 1841, p. 361; *Krause*, Artikel „Haut" in *Wagn.* Handw. der Phys. 1844, Bd. II. p. 124; *Kohlrausch*, Ueber innere Wurzelscheide und Epithelium des Haares. *Müll.* Arch. 1846, p. 300; *Jäsche*, *De telis epithelialibus in genere et de iis vascorum in specie. Dorpat* 1847; *Kölliker*, Ueber den Bau der Haarbälge und Haare, in Mitth. der zürch. naturf. Ges. 1847, p. 177. Zur Entwickelungsgesch. der menschl. Haut, ebend. 1850, Nr. 41; *Hessling*, Vom Haare und seinen Scheiden, in Fror. Not. 1848, Nr. 113; *Langer*, Ueber den Haarwechsel bei Thieren und beim Menschen, in den Denkschr. d. Wien. Akad. 1850, Bd I; *E. Reissner*, *De hominis mammal. pilis Dorp.* 1853. *Dissert.*; *B. Gudden*, in Arch. f. phys. Heilk. 1853, p. 247; *Dalzell*, im *Monthly Journal.* 1853, p. 279; *E. Reissner*, Beitr. z. Kenntn. der Haare, 1854 mit 2 Taf.; *Remak*, Unters. z. Entw. S. 98—192, Tab. VII; *C. B. Reichert*, Ueber Structur, Textur und Bildung der Haare in Zeitschr. f. klin. Med. 1855, Bd. VI, p. 1; *Engel*, Ueber das Wachsen abgeschnittener Haare, im Sitzungsb. d. Wien. Akad. 1856, Hft. 2. Die vergleichende Anatomie der Haare ist behandelt von *Heusinger* in Meck. Arch. 1822. 1823 und System der Histiologie; *Erdl* in Abh. d. Münch. Akad. III. II; *Gegenbaur* in Verh. der phys.-med. Ges. zu Würzburg 1850 und Zeitschr. f. wiss. Zool. III. p. 13; *Steinlin* in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. IX. Verwandte Horngebilde besprechen die Dorpater Dissert. von *Bröcker de textura et formatione spinarum* 1845; *Hehn de text. format. barb. balaenae* 1849; *Schrenk de formatione pennae* 1849.

IV. Von den Drüsen der Haut.

A. Von den Schweissdrüsen.

§. 68.

Die Schweissdrüsen, *Glandulae sudoriparae*, sind einfache, aus einem zarten, mehr oder weniger gewundenen Gange bestehende, den Schweiss secernirende Drüschen, welche mit Ausnahme der concaven Seite der Ohrmuschel, des Gehörganges, der *Glans penis*, der innern Lamelle des

Praeputium und anderer weniger Stellen in der ganzen Haut vorkommen und mit zahlreichen feinen Oeffnungen an der Oberfläche derselben ausmünden.

§. 69.

An jeder Schweissdrüse (Fig. 46. *g*, Fig 81) unterscheidet man den Drüsenknäuel (Fig. 81. *a*, Fig. 46. *g*) oder die eigentliche Drüse von dem Ausführungsgange, dem *Canalis sudoriferus* (Fig. 46. *h*, Fig. 81. *b*). Jener ist ein rundliches oder länglichrundes Körperchen von gelblicher oder gelbröthlicher durchscheinender Farbe, das in der Regel $^1/_7$—$^1/_5'''$ misst, an den Augenlidern, der Haut des *Penis*, des *Scrotum*, der Nase, der convexen Seite der Ohrmuschel dagegen nur $^1/_{10}$—$^1/_{12}'''$ beträgt, während dasselbe im Warzenhofe und in der Nähe desselben, an der Wurzel des *Penis* und zwischen dem *Scrotum* und *Perinaeum* bis zu $^1/_2'''$, endlich in der behaarten Stelle der Achselhöhle zu $^1/_2$, 1—1$^1/_2'''$ Dicke und 1—3''' Breite ansteigt.

Die Schweissdrüsen liegen in den meisten Fällen in den Maschen der *Pars reticularis* der Lederhaut, bald etwas höher, bald etwas tiefer, umgeben von Fett und lockerem Bindegewebe neben oder unter den Haarbälgen. Seltener trifft man sie im Unterhautzellgewebe oder an den Grenzen desselben, so z. B. in der *Axilla*, der *Areola mammae* zum Theil, an den Augenlidern, dem *Penis* und *Scrotum*, der Handfläche und Fusssohle. An den zwei letztgenannten Orten stehen sie reihenweise unter den Riffen der Lederhaut und ziemlich gleichweit von einander; an andern Orten trifft man sie meist regelmässig, je eine oder zwei in einer Masche der Lederhaut, doch giebt es nach *Krause* Strecken von $^1/_2$—$^1/_4'''$, wo sie gänzlich vermisst werden oder in Gruppen von drei oder vier nahe beisammen vorkommen. In der Achselgrube bilden die Drüsen eine zusammenhängende Schicht unter der Lederhaut.



Fig. 81.

Nach *Krause* finden sich auf einem □'' Haut zwischen 400—600 Drüsen an der hintern Seite des Rumpfes, an der Wange, und den ersten zwei Abschnitten der untern Extremitäten; 924—1090 an der vorderen Seite des Rumpfes, am Halse, an der Stirn, dem Vorderarm, dem Hand- und Fussrücken, 2685 an der Sohle, 2736 auf der Handfläche. Die Gesammtzahl der Schweissdrüsen, ohne die der Achsel, schlägt *Krause* approximativ aber etwas zu hoch zu 2,381,248 an und das Gesammtvolumen derselben mit denen der Axilla zu 39,653 Cubikzoll.

Fig. 81. Ein Schweissdrüsenknäuel und seine Gefässe, 35mal vergr. *a*. Drüsenknäuel; *b*. Ausführungsgang oder Schweisscanal; *c*. Gefässe eines Drüsenknäuels nach *Todd-Bowman*.

Die Gefässe der Schweissdrüsen sind vorzüglich schön an denen der Achselhöhle zu sehen (Fig 81); auch an den andern sieht man hie und da Gefässe (am schönsten am *Penis*, wo z. B. Drüsen von 0,36‴ von den zierlichsten Verästelungen einer Arterie von 0,06‴ in ihrem Innern versorgt werden), und an gut gelungenen Injectionen der Haut erscheinen die Drüsen als röthliche Körperchen. Nerven sind an ihnen bisher noch nicht gefunden.

§. 70.

Feinerer Bau der Drüsenknäuel. Die Schweissdrüsen bestehen in der Regel aus einem einzigen, vielfach gewundenen und zu einem Knäuel verschlungenen, nach *Krause* in einem Falle ¾‴ langen Canälchen, welches in seinem ganzen Verlaufe so ziemlich dieselbe Weite besitzt und an der Oberfläche des Knäuels oder im Innern desselben leicht angeschwollen blind endet. Nur bei den grossen Drüsen der Achselhöhle ist der Drüsencanal meist mehrfach gabelig in Aeste getheilt, die wiederum sich spalten, in seltenen Fällen selbst durch Anastomosen sich verbinden, und dann erst, nachdem sie oft noch kleine Blindsäcke abgegeben haben, jeder für sich blind enden. — Die Drüsencanäle sind entweder dünnwandige oder dickwandige (Fig. 82). Erstere (Fig. 82. *A*) besitzen eine äussere Faserhülle aus einem undeutlich faserigen Bindegewebe mit eingestreuten länglichen Kernen, die nach innen durch eine von *Virchow* neulich isolirt dargestellte *Membrana propria* begrenzt und mit einer einfachen oder mehrfachen Lage polygonaler Zellen

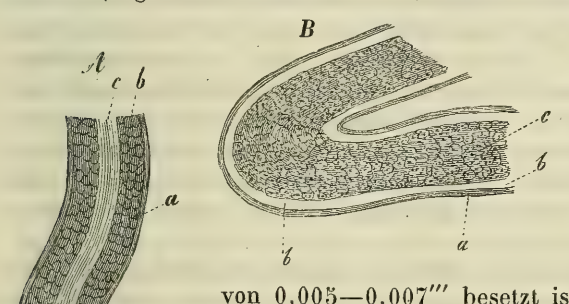


Fig. 82.

von 0,005—0,007‴ besetzt ist, welche in allen Verhältnissen den tieferen Pflasterepitheliumzellen vollkommen gleichen, ausser dass sie fast ohne Ausnahme einige Fettkörnchen, noch häufiger gelbe oder bräunliche Pigmentkörnchen in geringer Zahl enthalten. Die dickwandigen Schweissdrüsencanäle (Fig. 82. *B*), haben ausser den eben beschriebenen Lagen eine mittlere Schicht von glatten der Länge nach verlaufenden Muskeln, deren leicht isolirbare Elemente als muskulöse Faserzellen von 0,015—0,04‴ Länge, 0,002—0,005‴, selbst 0,008‴ Breite hie und da mit einigen Pigmentkörnchen sich kund geben, und jede einen rundlich-länglichen Kern enthalten. Das Epithelium ergiebt sich hier in allen Fällen, in denen die Drüsenschläuche nur Flüssigkeit enthalten, als eine einfache sehr deutliche Lage

Fig. 82. Schweissdrüsencanäle, 350mal vergr. *A*. Ein dünnwandiger mit einem Lumen und ohne Muskulatur von der Hand. *a*. Bindegewebshülle. *b*. Epithel. *c*. Lumen. *B*. Ein Stück eines Canales ohne Lumen und mit einer Muskellage vom Scrotum. *a*. Bindegewebe. *b*. Muskellage. *c*. Zellen, die den Drüsencanal erfüllen, mit gelben Körnchen im Inhalt.

0,006—0,015''' grosser, polygonaler Zellen, ist dagegen bei entgegengesetzten Verhältnissen nur schwer oder selbst gar nicht zu erkennen. Das Vorkommen dieser zwei Formen von Drüsencanälen anlangend, so zeigt sich, dass dicke Wände und ein muskulöser Bau sich besonders bei den grösseren Drüsen der *Axilla* finden, deren Schläuche durch und durch muskulöse Wandungen besitzen, und hierdurch ein ganz eigenthümliches streifiges Ansehen erhalten. — Einen ganz gleichen Bau sehe ich nur noch an den grossen Drüsen der Peniswurzel und der Brustwarze, wogegen allerdings noch hie und da eine nur theilweise entwickelte oder schwächere Muskulatur sich findet, wie namentlich in den Drüsen der Handfläche, deren weitere Canäle durch die Dicke ihrer Wandungen sich auszeichnen und deutlich genug, jedoch schwächer als anderwärts, Muskulatur erkennen lassen. Dasselbe gilt auch von einzelnen Drüsen des *Scrotum,* selbst des Rückens, der *Labia majora,* des *Mons veneris* und der Anusgegend, jedoch mit der Beschränkung, dass oft nur ein kleinerer Theil des Drüsenschlauches, selbst nur das allerletzte blinde Ende desselben mit Muskulatur versehen ist. Zartwandig und ohne Muskeln sind die Drüsen des Unterschenkels, des *Penis*, der Brust (die *Areola* ausgenommen), der Augenlider und die Mehrzahl derer des Rückens und Oberschenkels, von Brust und Bauch, sowie der zwei ersten Abschnitte der obern Extremität.

Der Durchmesser der Drüsencanäle variirt bei den kleineren Drüsen von 0,022—0,04''' und beträgt 0,03''' im Mittel, die Dicke der Wände 0,002—0,003''', das Epithel 0,006''', das Lumen 0,004—0,01'''. Die Achseldrüsen besitzen einerseits Canäle von 0,07—0,1''', selbst 0,15''', mit Wandungen von 0,006''' Dicke ohne das Epithel, wovon die Hälfte auf die Muskellage kommt, andrerseits aber auch, und zwar die grössten Drüsen, nur solche von 0,03—0,06''', mit Wänden von 0,004'''; auch in der *Areola* und an den Genitalien wechseln die Durchmesser bei den grösseren Drüsen, jedoch in engeren Grenzen.

Alle Schweissdrüsenknäuel sind theils im Innern von Bindegewebe (hie und da mit Fettzellen) durchzogen, welches ihre Gefässe leitet und die einzelnen Windungen ihrer Schläuche mit einander verbindet, theils besitzen sie eine äussere, den ganzen Knäuel umgebende Faserhülle (gewöhnliches Bindegewebe mit Saftzellen), welche an den mehr frei im Unterhautzellgewebe liegended Knäueln (*Penis, Axilla* etc.) besonders hübsch entwickelt ist.

Eylandt (l. s. c. p. 21) und *Tobien* leugnen die von mir an den Schweissdrüsen gewisser Regionen beschriebenen Muskelfasern, was mir nur erklärlich ist, wenn ich annehme, dass diese Autoren gar keine Drüsen mit weiten Canälen vor sich hatten. Wenn man bei *Tobien*, der Drüsen der Axilla und Fusssohle untersuchte, liesst, dass die Canäle derselben 0,01—0,025''' messen, während ich in der Axilla solche bis zu 0,15''' fand, so kommt man selbst in Versuchung zu glauben, dass im Norden stark entwickelte Axillardrüsen gar nicht zu finden sind.

§. 71.

Secret der Schweissdrüsen. Alle kleineren Schweissdrüsen enthalten, sobald ein Lumen in ihren Canälen sichtbar wird, was jedoch nicht immer der Fall ist, nur eine klare, helle Flüssigkeit ohne irgend welche ge-

formte Theile in derselben, bei den Axillardrüsen dagegen ein an geformten Theilen reiches Contentum, welches einmal als eine graulich durchscheinende, in geringem Grade flüssige Substanz mit unzähligen feinen blassen Körnchen und manchmal einzelnen Kernen, und zweitens als eine weissgelbliche, ziemlich zähe Masse mit vielen grösseren, dunklen, farblosen oder gelblichen Körnern, Kernen und Zellen, ähnlich den beschriebenen Epithelzellen, in verschiedener Zahl erscheint. Dass dieser Inhalt, der, wie ich finde, viel Protein und Fett enthält, von gewöhnlichem Schweisse, der flüssig ist und keine geformten Bestandtheile führt, bedeutend differirt und vielleicht eher dem Hauttalge sich annähert, ist klar, und man könnte deshalb sich bewogen sehen, die Drüsen der Achselhöhle aus der Reihe der Schweissdrüsen zu streichen und ihr Secret als ein eigenthümliches zu betrachten. Allein es enthalten auch diese Drüsen hie und da ein körnerarmes Secret, ja selbst nichts als Flüssigkeit, und dann kommen unter den grösseren Drüsen der Achselgrube kleinere vor, welche auch in Bezug auf den Inhalt durch mannigfache Stufen einerseits in die ganz grossen, andrerseits in gewöhnliche kleine Drüsen übergehen. Nimmt man hierzu, dass ausnahmsweise die Schweissdrüsen auch anderwärts, wie namentlich in der *Areola*, eine an Körnern reiche Flüssigkeit führen, so gelangt man zur Ueberzeugung, dass eine Trennung der grösseren Achseldrüsen von den gewöhnlichen Schweissdrüsen bezüglich des Secrets nicht rathsam ist, um so mehr, da wir noch keineswegs wissen, ob nicht auch die letztern unter gewissen Umständen Körner enthalten.

Was die Entstehung des körnerreichen Contentum betrifft, so ist dasselbe auf Rechnung von in den Drüsenschläuchen sich bildenden Zellen zu setzen. Man trifft nämlich häufig in denselben Zellen, welche dieselben Körnchen enthalten, die auch frei in den Drüsencanälen vorkommen, und manchmal so zu sagen für sich allein das Contentum bilden. Auch kommt es vor, dass in einer und derselben Drüse die Enden des Drüsenschlauches nichts als Zellen führen, während der Ausführungsgang fast keine Spur von solchen, sondern nichts als Körner und einzelne freie Kerne enthält, und hier kann man dann leicht herausfinden, wie die Zellen nach und nach, je weiter nach oben sie treten, um so zahlreicher vergehen und die Körner in ihrem Innern und ihre Kerne austreten lassen. Diese Zellen gehen offenbar aus den Epitheliumzellen der Canäle des Drüsenknäuels hervor, denn einmal sind die Zellen des Inhaltes und des Epithelium in Allem gleich, und zweitens fehlt, wo ein zellen- oder körnerreiches Contentum in den Drüsen selbst vorkommt, das Epithelium meist gänzlich, so dass ersteres unmittelbar an die *M. propria* anstösst. Da nun auf der andern Seite in den Drüsen, die nur helles Fluidum führen, das Epithelium immer sehr schön zu sehen ist und manchmal viele dunkle und pigmentirte (selbst goldgelbe) Körner in seinen Zellen enthält, so lässt sich wohl annehmen, dass die Zellen im Contentum nichts als abgelöstes Epithelium sind, und dass die Secretion überhaupt auf einer Wucherung und beständigen Ablösung der Epitheliumzellen beruht.

Die Untersuchung über das Secret der Schweissdrüsen sind weder vom chemischen noch vom mikroskopischen Standpunkte aus als geschlossen zu betrachten. Ersteres an-

langend, scheint mir die Thatsache, dass die Achseldrüsen Fett und eine stickstoffhaltige Substanz in grossen Mengen liefern, interessant, indem sich, bei der nachgewiesenen anatomischen Uebereinstimmung dieser und der übrigen Schweissdrüsen hieraus vielleicht auch ein Schluss auf das Secret der letzteren ableiten lässt. Schon jetzt wissen wir, dass auch der gewöhnliche Schweiss stickstoffhaltige Materien (Extracte) und, wie *Krause* (l. c. p. 146) bestimmt nachgewiesen hat, Fett enthält, und man kann sich fragen, ob nicht diese Materien an gewissen Orten (Hand, Fuss z. B.) reichlicher vorkommen oder unter gewissen Verhältnissen (bei localen, klebrigen, eigenthümlich riechenden Schweissen) zunehmen. Sogenannte Schweisskörperchen (*Henle*, p. 915 und 939), d. h. den Schleimkörperchen ähnliche Gebilde, habe ich bisher weder im Schweisse des Menschen, noch in den kleineren Drüsen gefunden, doch will ich darauf aufmerksam machen, dass fast constant auch in den kleineren Schweissdrüsen gewisse Canälchen — und mir schienen es immer die dem blinden Ende zunächst gelegenen zu sein — vorkommen, die kein Lumen enthalten, sondern ganz von Epithelzellen erfüllt sind (Fig. 82. *B*), während die an den Ausführungsgang angrenzenden ohne Ausnahme ein solches von 0,004—0,01‴ zeigen. Es scheint mir daher nicht unmöglich, dass auch in den gewöhnlichen Schweissdrüsen zeitenweise ein zellenhaltiges Secret gebildet und ausgestossen wird, wie solches bei den Axillardrüsen der Fall ist, denn nach dem, was die Untersuchung der Schläuche dieser Drüsen lehrt, ist es wohl keinem Zweifel unterworfen, dass im Schweisse der Achselhöhle Körnchen, Kerne und vielleicht selbst Zellenreste vorkommen. — Ob der Schweiss bei verschiedenen Individuen und Menschenstämmen namhafte Differenzen darbietet, ist unbekannt, denn wir wissen nicht, ob der verschiedene Geruch der Hautausdünstung beim Europäer und Neger z. B. vom Schweisse oder der Perspirationsmaterie abhängt, und ebenso unerforscht sind, wenigstens vom mikroskopischen Standpunkte aus, die pathologischen Verhältnisse desselben.

§. 72.

Schweisscanäle. Die Ausführungsgänge der Schweissdrüsen oder die Schweisscanäle, Spiralgänge (Figg. 46, 83) beginnen am obern Ende des Drüsenknäuels als einfache Canäle, steigen leicht geschlängelt senkrecht durch die *Cutis* in die Höhe und dringen dann zwischen den Papillen, nie an der Spitze derselben in die Oberhaut ein. Hier beginnen sie sich zu drehen und je nach der Dicke derselben 2—16 und mehr engere oder weitere, spiralige Windungen zu machen, bis sie schliesslich mit kleinen runden, manchmal trichterförmigen Oeffnungen, den sogenannten Schweissporen, an der freien Fläche der Oberhaut, in seltenen Fällen (s. Figg. 79, 80) auch in die Haarbälge ausmünden.

Die Länge der Schweissgänge richtet sich nach der Lage der Drüsen und der Dicke der Haut. Ohne Ausnahme ist der Anfang des Ganges enger als die Canäle im Drüsenknäuel selbst, und misst 0,009—0,012‴, dann bleibt derselbe gleich eng bis zu seinem Eintritte in das *Stratum Malpighii*, wo er reichlich um das Doppelte, bis zu 0,024—0,028‴ sich erweitert (Fig. 82), in dieser Breite durch die Oberhaut zieht und mit einer Mündung von $\frac{1}{50}$—$\frac{1}{20}$‴ ausgeht. Bei den Drüsen der Achselhöhle maass der Ausführungsgang in einem Falle in der Höhe der Talgdrüsen 0,06—0,09‴, dicht unter der Oberhaut 0,03‴, in der Oberhaut selbst wieder 0,06‴. — Im *Corium* haben die Schweisscanäle immer ein deutliches Lumen, eine äussere Hülle von Bindegewebe mit länglichen Kernen (bei den Drüsen der *Axilla* auch noch, wenigstens im untern Theile, Muskeln) und ein Epithelium von mindestens zwei Lagen von polygonalen kernhaltigen Zellen ohne Pigmentkörperchen. Da, wo die

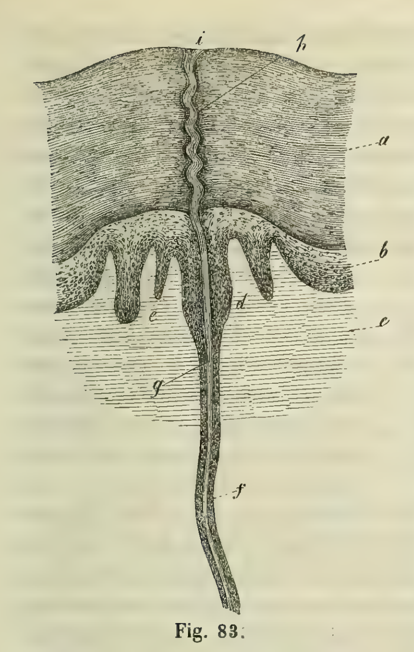


Fig. 83.

Schweisscanäle in die Oberhaut treten, verlieren sie ihre Bindehülle, welche mit der äussersten Lage der Lederhaut zusammenfliesst und zeigen von nun an als Begrenzung nichts als Zellenlagen, welche im *Stratum Malpighii* kernhaltig, in der Hornschicht kernlos sind und den Oberhautzellen chemisch und morphologisch ganz gleichen, mit der einzigen Ausnahme, dass sie namentlich in der Hornschicht mehr senkrecht stehen. Ein Lumen ist in der Oberhaut manchmal deutlich, andere Male zieht sich ein körniger Streifen an der Stelle derselben durch den Canal hin, dessen Bedeutung vielleicht die eines Secretes oder Sedimentes aus dem Secrete ist. Die Schweissporen, deren Lagerung, entsprechend derjenigen der Schweissdrüsen, bald sehr regelmässig bald mehr unregelmässig ist, sind an der Handfläche und Fusssohle von blossem Auge eben noch zu sehen, an anderen Orten nur durch das Mikroskop zu erkennen. — Hie und da vereinen sich die Ausführungsgänge zweier Drüsen in einen Canal *(Krause)*.

§. 73.

Entwickelung der Schweissdrüsen. Die Schweissdrüsen erscheinen erst im fünften Monate des Embryonallebens, sind ursprünglich nichts als ganz solide, leicht flaschenförmige Auswüchse des *Stratum Malpighii* der Oberhaut und gleichen den ersten Anlagen der Haarbälge sehr. In den frühesten von mir gesehenen Zuständen maassen die Auswüchse in der *Planta pedis* 0,03—0,09‴ Länge, 0.01‴ Breite am Halse, 0,018—0,02‴ am Grunde, erstreckten sich, auch die längsten, nicht bis in die Hälfte der 0,25‴

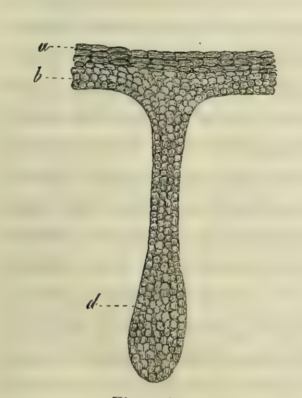


Fig. 84.

Fig. 83. Senkrechter Schnitt durch die Oberhaut und äussere Coriumfläche der Daumenbeere quer durch zwei Leistchen, 50mal vergrössert und mit Essigsäure behandelt. *a.* Hornschicht der Oberhaut. *b.* Schleimschicht. *c.* Lederhaut. *d.* Einfache Papille. *e.* Zusammengesetzte Papille. *f.* Epithelium eines Schweisscanals, in die Schleimschicht übergehend. *g.* Lumen derselben in der Lederhaut. *h.* in der Hornschicht. *i.* Schweisspore.

Fig. 84. Schweissdrüsenanlage von einem fünfmonatlichen menschlichen Embryo, bei 350maliger Vergrösserung. *a.* Hornschicht der Oberhaut. *b.* Schleimschicht. *c.* Corium. *d* Drüsenanlage ohne Lumen aus kleinen runden Zellen bestehend.

dicken *Cutis* hinein, und bestanden durch und durch aus runden Zellen, ganz denen des *Stratum Malpighii* der Oberhaut gleich; ausserdem hatte noch jeder Auswuchs eine zarte Hülle, welche in die Begrenzung der innern Fläche der Oberhaut sich fortsetzte. Von Schweissporen und Schweisscanälen fand ich keine Spur. — Im Anfange des sechsten Monats reichen die Drüsen der Sohle und Hand schon bis in die Mitte und zum untersten Viertheile der *Cutis*, messen 0,028—0,04‴ an ihrem kolbigen Ende, 0,016—0,02‴ in dem von demselben aufsteigenden Gange, sind schon leicht geschlängelt und zeigen wenigstens theilweise in ihrem engeren Theile ein Lumen, ohne jedoch in die Oberhaut einzudringen oder gar sich an der Aussenfläche derselben zu öffnen. Erst im siebenten Monate fand ich an denselben Orten die ersten Spuren der Schweissporen und Schweisscanäle in der Epidermis, doch noch sehr undeutlich, und die letzteren nur mit einer halben Windung Fig. 85. *A*); dagegen war der in der *Cutis* steckende Theil der Drüse nun bedeutender entwickelt, reichte bis in die innersten Theile derselben und zwar an seinem blinden Ende hakenförmig umgekrümmt oder schon etwas gewunden, so dass eine erste Andeutung eines Drüsenknäuels von ungefähr 0,04—0,06‴ entstand. Der aus demselben entspringende Canal machte meist mehrere stärkere Windungen, zeigte bei einer Dicke von 0,015—0,022‴, ein Lumen von 0,003—0,004‴, welches manchmal selbst bis in den Endknäuel sich erstreckte, und bestand, wie auch der letztere, aus der ursprünglichen, jedoch dickeren, mit der Oberfläche der *Cutis* continuirlichen Haut und einem mehrschichtigen Epithelium blasser, polygonaler oder rundlicher Zellen. In ähnlicher Weise sah ich um diese Zeit auch die Drüsen des übrigen Körpers, über die ich aus früheren Zeiten nichts zu berichten weiss, ja selbst die der Achselhöhle waren durch gar nichts vor den andern ausgezeichnet. Von nun an geht die Entwickelung rasch voran, das Drüsenende verlängert sich immer mehr und wickelt sich zusammen (Fig. 85. *B*), so dass bald ein von dem, was der Erwachsene zeigt, kaum verschiedenes Verhalten sich einstellt. Beim Neugebornen messen die Drüsenknäuel der Ferse 0,06—0,07‴ (bei einem Kinde von vier Monaten an der Ferse nur 0,06—0,1‴, in der Hand 0,12‴), besitzen vielfach verschlungene Canäle von 0,015—0,02‴ und ziehen mit ihren Ausführungsgängen (in der *Cutis* von 0,008‴, im *Rete Malpighii* von 0,022‴) schon gewunden durch die Oberhaut.

Fig. 85.

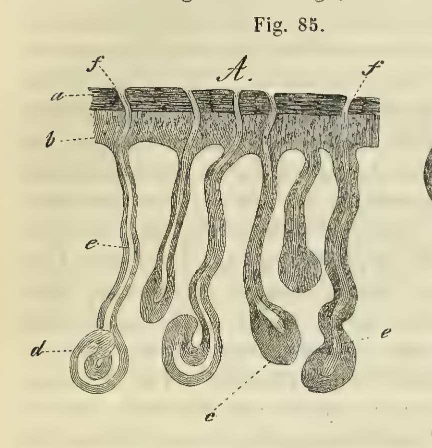


Fig. 85. *A*. Schweissdrüsenlagen aus dem siebenten Monate, 50mal vergr. Die Buchstaben *a*, *b*, *d*, wie bei Fig. 84. Das Lumen *e* ist durchweg vorhanden, nur reicht es nicht ganz bis ans Ende des dickeren Theiles der Drüsenanlagen, die zum Drüsenknäuel sich gestalten. Fortsetzung der Canäle in die Oberhaut hinein und Schweissporen *f*. sind da. *B*. Ein Knäuel einer Schweissdrüse aus dem achten Monate.

Aus diesen Tahtsachen ergiebt sich, dass die einzelne Schweissdrüse sich nicht als Einstülpungsbildung der Haut und auch nicht gleich von Anfang an als ein hohles Gebilde entwickelt, sondern zuerst als einfache Wucherung der Schleimschicht der Haut zum Vorschein kommt. Durch fortgesetzten Zellenvermehrungsprocess wachsen die ursprünglichen Anlagen immer tiefer in die Haut hin, nehmen ihre eigenthümlichen Windungen an und scheiden sich in den Drüsenknäuel und den Schweisscanal, während zugleich, entweder durch Verflüssigung der centralen Theile, die dann gleichsam als erstes Secret erscheinen, oder durch Ausscheidung einer Flüssigkeit zwischen ihre Zellen, eine Höhlung entsteht. Wie der Schweisscanal in der Oberhaut und die Schweisspore sich bildet, ist zweifelhaft; wahrscheinlich durch einen Gestaltungsprocess in der Oberhaut selbst. — Nach einigen von mir angestellten Messungen (Mikr. Anat. II. 1. 171) scheint auch nach dem fünften Monat noch eine Bildung von Schweissdrüsen vorzukommen, bei der Geburt dagegen die volle Zahl derselben vorhanden zu sein.

Ueber die pathologischen Verhältnisse der Schweissdrüsen ist wenig bekannt. *Kohlrausch* hat Schweissdrüsen von ziemlicher Grösse (½‴) in einer Eierstockscyste neben Haaren und Talgdrüsen gefunden. Bei *Elephantiasis Graecorum* beobachteten *G. Simon* und *Brücke* eine Vergrösserung der Schweissdrüsen, ebenso *v. Bärensprung* bei einer Art von Warzen; der letztere sah auch eine *Atrophie* der Drüsen bei Hühneraugen und ein Verschwinden des Ganges derselben in den äussern Epidermislagen. Wie die Drüsen im Alter, bei dem gänzlichen Fehlen der Schweissbildung und bei abnormen Schweissen sich verhalten, ist unbekannt. — Bei einer ausgezeichneten *Ichthyosis congenita* (sehr ähnlich, nur noch ausgezeichneter als der von *Steinhausen* beschriebene Fall) eines Neugebornen, den *H. Müller* und ich untersuchten, waren die Schweissdrüsen vorhanden. Ihre Ausführungsgänge verhielten sich, in Betreff ihres Verlaufes in der bis auf 2‴ verdickten Oberhaut, zum Theil wie gewöhnlich, zum Theil legten sie sich, wie an der *Planta pedis,* mit ihren änssern Theilen fast ganz horizontal und verliefen stellenweise bis auf eine Länge von 1½‴ ganz eben fort, so dass sie auf Flächenschnitten der Oberhaut als parallele, auf den ersten Blick ganz fremdartige Canäle mit einem Lumen von 0,0015—0,003‴ erschienen. Eigenthümlich war auch der Inhalt der Schweisscanäle, der ohne Ausnahme aus vielen weissen Fetttropfen bestand. — Schweissdrüsen beobachtete ich auch in dem von *Mohr* beschriebenen Falle von einer grossen Höhle mit Haaren in der Lunge; ihre Grösse betrug 0,24‴, und sassen dieselben in einem mit gewöhnlichen Fettzellen versehenen *Panniculus adiposus*, wie denn überhaupt bemerkt werden muss, dass die Wand der Höhle, ausser der erwähnten Fetthaut, auch eine Lederhaut mit Papillen und eine Oberhaut wie die äussere Haut besass.

Methode der Untersuchung. Zur Untersuchung der Lage der Schweissdrüsen und ihrer Ausführungsgänge fertigt man feine Schnitte frischer oder leicht getrockneter Haut der Fusssohle oder Handfläche an, die man durch Essigsäure oder Natron durchsichtig macht. *Gurlt* benutzt hierzu in *Liq. Kali carbonici* erhärtete und durchsichtig gemachte Haut. *Giraldès* macerirt die Haut 24 Stunden in verdünnter Salpetersäure (1 Th. Säure, 2 Th. Wasser) und 24 Stunden in Wasser, welches Verfahren nach *Krause* sehr zweckmässig ist, da die Drüsen gelb werden und sich gut hervorheben. An macerirten Hautstücken lässt sich mit der Oberhaut die Zellenauskleidung der Schweisscanäle, nach *Tobien* sammt der Bindegewebshülle, in Gestalt von langen Röhrchen aus der Cutis herausziehen; dasselbe gelang mir an zarten Hautstellen nicht selten auch nach Benetzung derselben mit concentrirter Essigsäure. Die Untersuchung der Drüsenknäuel selbst ist bei den Achseldrüsen sehr leicht; bei den andern muss man die Haut von innen her präpariren und die Drüsen theils an der Innenfläche der Cutis, theils in den Maschen derselben aufsuchen, was bei einiger Aufmerksamkeit leicht gelingt, namentlich an Hand, Fuss und

Brustwarze. Zur Demonstration eignen sich vorzüglich gut die durch *Gurlt* beschriebenen grossen Drüsen der Sohlenballen des Hundes und noch passender wären die ganz lose im subcutanen Gewebe liegenden grossen Drüsen der Vorhaut und der Haut des Euters des Pferdes. Will man die Drüsen zählen, so kann man auf Flächenschnitten der Haut ihre Oeffnungen suchen oder ein Hautstück von bestimmter Grösse nach der *Giraldès*'schen Methode behandeln und Stück für Stück untersuchen (*Krause*). Für das Studium der Entwickelung der Drüsen mache man mit Doppelmesser oder Rasirmesser Durchschnitte der frischen und getrockneten Haut von Ferse und Handfläche der Embryonen, auch an Embryonen in Spiritus kann man, wenn die Schnitte fein sind, die Drüsen noch ganz gut sehen, namentlich auch im ersten Momente der Einwirkung von kaustischem Natron.

Literatur. *Brechet et Roussel de Vauzème*, *Recherches anatomiques et physiologiques sur les appareils tégumentaires des animaux* in *Annal. d. scienc. natur.* 1834. p. 167 u. p. 321. (Entdeckung der Schweissdrüsen), *Gurlt*, Vergleichende Untersuchungen über die Haut des Menschen und der Haussäugethiere, besonders in Bezug auf die Absonderungsorgane des Hauttalges und des Schweisses, in *Müll.* Arch. 1835. p. 399. (Erste gute Abbildung der Drüsen selbst); *Tobien*, *De glandularum ductib. efferent. Dorp.* 1853. p. 8. Ausserdem vergleiche man noch besonders die allgemeinen Werke von *Todd-Bowman*, *Henle*, *Valentin*, *Hassall* und mir, die oben bei der Haut citirten Abhandlungen von *Krause*, mir, *Simon*, *v. Bärensprung* und *Wilson*; ferner die Abbildungen von *Berres Tab. XXIV.*, *R. Wagner Icon. phys. Tab. XVI. Fig.* 9., *Ecker*, *Icon phys. Tab. XVII.*, *F. Arnold Icon. org. sens. Tab. XI.* und mir (Mikr. Anat. Tab. I.).

B. Von den Ohrenschmalzdrüsen.

§. 74.

Die Ohrenschmalzdrüsen, *Glandulae ceruminosae*, sind bräunliche, einfache, äusserlich den Schweissdrüsen vollkommen gleiche Drüsen, welche nicht im ganzen äussern Gehörgange, sondern nur im knorpeligen Theile desselben sich finden; sie liegen hier zwischen der Haut des Ganges und dem Knorpel oder den fibrösen Massen, die dessen Stelle vertreten, in einem derben fettarmen Unterhautzellgewebe und bilden eine zusammenhängende, dem blossen Auge leicht sichtbare gelbbraune Drüsenschicht, welche an der innern Hälfte des *Meatus cartilagineus* am mächtigsten ist, nach aussen allmählich sich verdünnt und auch lockerer wird, jedoch vollkommen so weit sich erstreckt, als der knorpelige Gang selbst.

Die Ohrenschmalzdrüsen zerfallen jede in den Drüsenknäuel und den Ausführungsgang. Erstere (Fig. 86 *d*), von $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{4}$—$\frac{3}{4}'''$ Grösse, besteht aus vielfachen Windungen eines einzigen 0,03—0,06''', im Mittel 0,04—0,05''' ($\frac{1}{20}$—$\frac{1}{25}'''$) dicken Canälchens, das hie und da, jedoch nicht constant, kleine Ausbuchtungen besitzt und mit einem blinden, leicht angeschwollenen Ende ausgeht. Von dem Knäuel steigt ein kurzer, gerader, 0,017—0,024''' weiter Ausführungsgang senkrecht in die Höhe, durchbohrt Lederhaut und Epidermis des Gehörganges und öffnet sich in der Regel für sich mit einer runden Pore von 0,044''' oder mündet in den obersten Theil der Haarbälge ein.

Der feinere Bau der Ohrenschmalzdrüsen ist folgender. Die Canäle der Drüsenknäuel besitzen eine Faserhülle und ein Epithel, jene von 0,004—0,005''' Dicke, dieses von 0,004'''. Die Faserhülle verhält sich gerade wie

bei den grössern Schweissdrüsen, d. h. sie besteht aus einer innern, 0,0023—0.0026‴ mächtigen Lage von glatten Muskeln mit longitudinalem Verlauf und einer äussern Lage von Bindegewebe mit eingestreuten Kernen, und hie und da queren feinen elastischen Fasern. Das Epithel sitzt wahrscheinlich auf einer *M. propria* auf und besteht aus polygonalen, 0,006—0,01‴ grossen Zellen in einfacher Lage, die eine grössere oder geringere Zahl gelbbrauner in Alkalien und Säuren in der Kälte unlöslicher Pigmentkörner von unmessbarer Kleinheit bis zu 0,002‴ oder weisslicher Fetttröpfchen bis zu 0,001‴ enthalten, in der Art, dass ganze Strecken einer Drüse in der Regel nur eine und dieselbe Art von Körnchen führen, woher es denn kommt, dass dieselben entweder gleichmässig bräunlich oder dunkel (bei auffallendem Lichte weisslich) aussehen. Der Inhalt der Drüsencanäle ist bald eine helle Flüssigkeit bald eine körnige, vorzüglich aus Zellen, ähnlich den Epithelialzellen, bestehende Substanz, woraus hervorzugehen scheint, dass hier dieselbe Art und Weise der Secretbildung vorkömmt, wie bei den Schweissdrüsen. — Die Ausführungsgänge besitzen eine Hülle von Bindegewebe und ein mehrschichtiges Epithel von kleinen, kernhaltigen, der Fett- und Pigmentkörner ermangelnden Zellen. Im Lumen derselben, das jedoch nicht immer deutlich ist, finden sich bald eine helle Flüssigkeit, bald eine feinkörnige Substanz in geringer Menge.

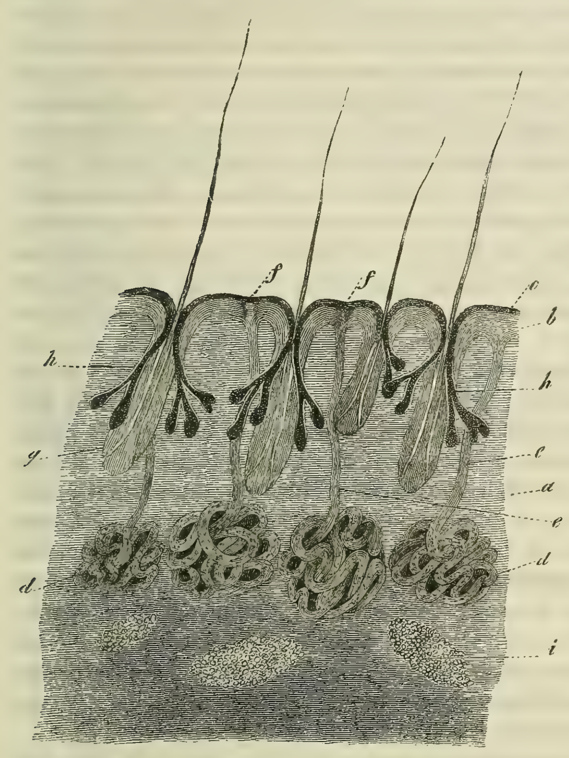


Fig. 86.

§. 75.

Als Secret der Ohrenschmalzdrüsen wird gemeinhin das Ohrenschmalz, *Cerumen auris*, genommen, was jedoch nur theilweise richtig ist. Untersucht

Fig. 86. Durchschnitt durch die Haut des äussern Gehörganges 20mal vergr. *a*. *Corium*; *b*. *Stratum Malpighii*; *c*. Hornschicht der Epidermis; *d*. Knäuel der Ohrenschmalzdrüsen; *e*. Ausführungsgänge derselben; *f*. ihre Mündungen; *g*. Haarbälge; *h*. Talgdrüsen des Gehörganges; *i*. Fetttraubchen.

man die weingelbe oder bräunliche, weichere oder festere klebrige Substanz, welche im knorpeligen Gehörgange sich bildet, so findet man, dass dieselbe aus verschiedenen Bestandtheilen zusammengesetzt ist. Abgesehen von einzelnen Härchen, hie und da einem *Acarus folliculorum* und in verschiedener Zahl vorhandenen Epidermiszellen, trifft man 1) sehr viele mit blassem Fett ganz erfüllte Zellen von 0,009—0,02''' von meist länglich runder, abgeplatteter, unregelmässiger Gestalt, in denen bei Wasser-, und noch mehr bei Natronzusatz das Fett in einzelne runde oder unregelmässig dunklere Tropfen sich scheidet, 2) viel freies Fett in Gestalt von blassen, gelblichen, kleinen rundlichen Tröpfchen, die durch Wasser als runde dunkle Körner von unmessbarer Feinheit bis zu einer Grösse von 0,002''' und darüber erscheinen und erst recht deutlich hervortreten, zugleich aber auch sich entfärben, 3) gelbe oder bräunliche Körner und Körneraggregate, frei oder selten in Zellen, im Ganzen genommen spärlich, 4) endlich, wenn das Secret flüssiger ist, auch eine geringe Menge einer klaren Flüssigkeit. Ich betrachte die erstgenannten Zellen als dem Hauttalge des äussern Gehörganges angehörig, die übrigen Theile dagegen als Secret der Ohrenschmalzdrüsen, die demnach eine fettreiche Flüssigkeit mit einzelnen bräunlichen Körnchen abscheiden würden. Bei so bewandten Umständen ist natürlich die Analyse des gewöhnlichen Ohrenschmalzes, eines Gemenges von Hauttalg und dem eigentlichen Cerumen, von *Berzelius* nur mit Vorsicht zu benutzen. Meiner Ansicht nach kommt die von ihm aufgefundene braungelbe, in Alkohol und Wasser lösliche bittere Substanz und der wenige in Wasser, aber nicht in Alkohol lösliche, blassgelbe, pikant schmeckende Extractivstoff nebst einem bedeutenden Theile des Fettes auf Rechnung der Ohrenschmalzdrüsen, das übrige Fett, die Hornsubstanz und wahrscheinlich auch das meiste Eiweiss auf die Talgdrüsen, wogegen das Verhalten der Salze natürlich ganz unbestimmt bleiben muss.

Die Gefässe der Ohrenschmalzdrüsen verhalten sich wie die der Schweissdrüsen; in einem Falle sah ich auch eine feine Nervenfaser von 0,003''' mitten in einer Drüse. — Ueber die Entwickelung der Drüsen kann ich nur das angeben, dass sie bei einem Fötus von 5 Monaten die Gestalt von geraden, durch und durch aus kleinen kernhaltigen Zellen gebildeten blassen Fortsätzen des *Stratum Malpighii* der Oberhaut des Gehörganges hatten und mit einem leicht angeschwollenen und etwas um seine Axe gedrehten dickern Ende von 0,024''' ausgingen, so dass eine erste Andeutung eines Drüsenknäuels entstand. Es glichen mit anderen Worten diese Drüsenanlagen vollständig dem, was die Schweissdrüsen um dieselbe Zeit zeigen und ich zweifle demzufolge bei der grossen anatomischen Uebereinstimmung der beiderlei Drüsen keinen Augenblick daran, dass die Ohrenschmalzdrüsen auch in ihrem ersten Werden und später wie die Schweissdrüsen sich verhalten.

Nach Allem, was ich von den Ohrenschmalzdrüsen gesehen, kann ich dieselben nur für eine Modification der Schweissdrüsen halten. Es ist schon bei diesen darauf aufmerksam gemacht worden, dass ihre Secrete gewiss nicht allerwärts gleich sind, hier mehr wässerig, dort mehr Fett- und Eiweisshaltig und mit eigenthümlich riechenden Substanzen versehen, und wir können daher, wenn auch das *Cerumen* zum Theil ganz eigenthümliche Substanzen, den gelben Bitterstoff z. B., der jedoch nach *Lehmann*

keine Gallensäure ist, führen sollte, doch in Berücksichtigung der sonstigen Uebereinstimmung (man denke auch an die fast constanten und oft recht häufigen gelben Körnchen in den Schweissdrüsenknäueln, die in Alkalien und Säuren sich auch nicht lösen) die Ohrenschmalzdrüsen an die Schweissdrüsen, namentlich an die grösseren unter den letzteren, die ihnen anatomisch und physiologisch am meisten verwandt sind, anreihen; ja ich möchte selbst annehmen, dass die kleinsten blassen Ohrenschmalzdrüsen am Anfange des *Meatus* von gewöhnlichen Schweissdrüsen kaum verschieden sind. — Ueber die pathologischen Zustände der Ohrenschmalzdrüsen ist nichts bekannt. Von dem Ohrenschmalze wissen wir, dass es manchmal ganz fest ist, andere Male flüssig, eiterähnlich und blass. In dem letzteren Falle, der bei Congestivzuständen des äussern Gehörganges eintritt, enthält dasselbe viel mehr Fluidum und freies Fett als sonst und sehr schöne fetthaltige Zellen. *Meissner* will im Ohrenschmalze auch *Corpuscula amylacea* gefunden haben und *Mayer* (*Müll.* Arch. 1844 p. 404) u *Inman* (*Quart Tourn. of. micr. Science* 1853) haben Fadenpilze in demselben beobachtet. — Die Untersuchung anbelangend, verweise ich auf die Schweissdrüsen, mit denen die *Gl. ceruminosae* in Lage, chemischem Verhalten gegen Säuren, Alkalien u. s. w. ganz übereinstimmen.

Literatur. *R. Wagner*, *Icones physiologicae. Tab. XVI. Fig.* 11 *A. B.*; *Krause* und *Kohlrausch* in *Müll.* Archiv 1830, p. CXVI; *Pappenheim*, Beiträge zur Kenntniss der Structur des gesunden Ohres in Fror. N. Not. 1838. Nr. 141. p. 131 und specielle Gewebelehre des Gehörorgans. Breslau 1840; *Henle*, Allgem. Anat. p. 915, 916, 934, 941; *Huschke*, Eingeweidelehre, p. 819; *Hassall*, Mikr. Anat. p. 427. Pl. LVII; *Valentin*, Artikel Gewebe im Handw. der Phys. I. p. 755.

C. Von den Talgdrüsen.

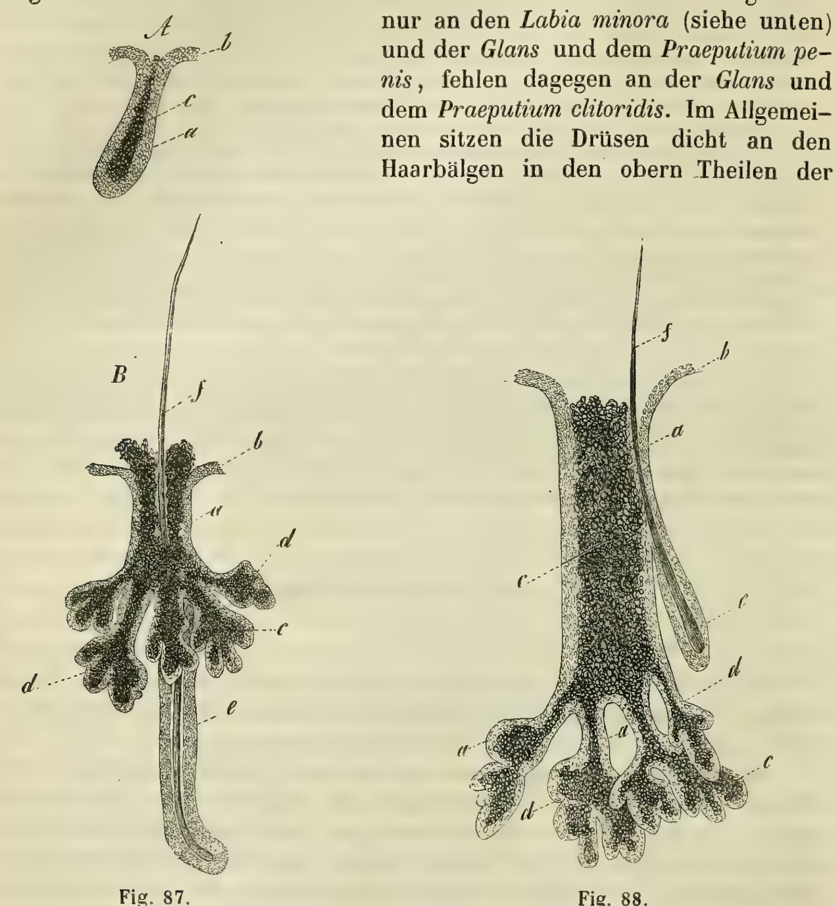
§. 76.

Die Talgdrüsen, *Glandulae sebaceae*, sind kleine weissliche Drüsen, welche fast überall in der Haut sich finden und den Hauttalg oder die Hautschmiere, *Sebum cutaneum*, secerniren.

Die Gestalt der Talgdrüsen ist eine sehr verschiedenartige. Die einfachsten (Fig. 87. *A*) sind birnförmige oder längliche kurze Schläuche; bei andern, den einfach traubenförmigen, sind zwei, drei oder noch mehr Schläuche oder Bläschen mit einem kürzern oder längern Stiele vereint, bei noch anderen endlich (Fig. 87. *B*, 88) kommen zwei, drei und noch mehr einfache Träubchen in einem gemeinsamen Gange zusammen und bilden ein zierliches zusammengesetzt traubiges Drüschen. Ausser diesen drei Formen, welche nur die Hauptvarietäten darstellen, existiren nun aber noch eine ziemliche Zahl Zwischenformen, die keiner ausführlichen Beschreibung bedürfen.

Die Talgdrüsen kommen vorzüglich an behaarten Stellen vor und münden zugleich mit den Haarbälgen an der Oberfläche aus, weshalb man sie auch Haarbalgdrüsen benannt hat. Bei allen stärkeren Haaren erscheinen die Drüsen als seitliche Anhänge der Haarbälge und öffnen sich mit engeren Ausführungsgängen in dieselben (Figg. 79. 80. 83), bei Wollhaaren dagegen sind häufig Drüsengänge und Haarbälge ungefähr gleich stark (Fig. 87. *B*) und münden in einen gemeinsamen Canal, den man ebenso gut als Fortsetzung des einen als des andern Gebildes betrachten kann, oder es überwiegen selbst die Drüsengänge (Fig. 88) und treten die Haare in das untergeordnete Verhältniss,

so dass sie mit ihren Bälgen in die Drüsen ausgehen und selbst zur Drüsenöffnung herauskommen. An unbehaarten Stellen finden sich die Talgdrüsen nur an den *Labia minora* (siehe unten) und der *Glans* und dem *Praeputium penis*, fehlen dagegen an der *Glans* und dem *Praeputium clitoridis*. Im Allgemeinen sitzen die Drüsen dicht an den Haarbälgen in den obern Theilen der



Cutis und sind bei kleineren Haaren stärker als bei grösseren; doch zeigen sich im Einzelnen manche Verschiedenheiten. Was die Drüsen der stärkeren Haarbälge anbelangt, so sind dieselben meist einfach traubenförmig von $^1/_{10}$—$^3/_{10}$''' mittlerer Grösse und zu 2—5 um die Bälge herumgestellt. Die kleinsten von 0,1—0,16''' finden sich je zu zweien an den Kopfhaaren, schon stärkere von 0,16—0,24''' an den Barthaaren und den längeren Haaren der Brust und Achselgrube, an denen sie meist zu mehreren um die Bälge herumliegen, die

Fig. 87. Talgdrüsen von der Nase etwa 50mal vergr. *A.* Einfache schlauchförmige Drüse ohne Haar. *B.* Zusammengesetzte Drüse, die mit einem Haarbalg zusammenmündet. *a.* Drüsenepithel, zusammenhängend mit *b.* dem *Stratum Malpighii*, der Oberhaut; *c.* Inhalt der Drüsen, Talgzellen und freies Fett; *d.* die einzelnen Träubchen der zusammengesetzten Drüse; *e.* Haarbalg (Wurzelscheide) mit dem Haare *f.*

Fig. 88. Eine ganz grosse Drüse von der Nase mit kleinem einmündendem Haarbalg 50mal vergr. Die Buchstaben *a—f* wie in Fig. 87.

allergrössten am *Mons veneris,* den *Labia majora* und dem *Scrotum,* allwo sie, wenigstens am letzten Orte, an der untern Grenze der *Cutis* sich befinden und je die 4—8 zusammengehörenden Drüsen die Gestalt von schönen, 1/4, 1/2—1''' breiten Rosetten haben. An den Bälgen kleiner starker Haare finde ich kleinere Talgdrüsen meist zu zweien von 0,06—024''', so an den Augenbrauen, den Augenwimpern und den Haaren des Naseneinganges. An den Wollhaaren zeigen sich meist grössere Drüsen oder Drüsenhäufchen von 1/4—1''', am allerschönsten an der Nase, dem Ohr (*Concha*, *Fossa scaphoidea* etc.) dem *Penis* (vordere Hälfte), dem Warzenhofe, namentlich an ersterer, deren Drüsen oft eine colossale Grösse und ganz absonderliche Formen annehmen (Fig. 88); von 1/5—1/3''' Grösse sind die Drüsen meist auch an der *Caruncula lacrymalis,* an Lippen, Stirn, Brust und Bauch, etwas kleiner von 1/5—1/6''', doch immerhin meist grösser als an den Kopfhaaren, an den Augenlidern, den Wangen, dem Halse, dem Rücken und den Extremitäten. Von den Drüsen, die nicht mit Haarbälgen zusammenhängen, sind nur die der *Labia minora* zum Theil von ansehnlicher Grösse (0,14—0,5''') und zierlich rosettenförmig von Gestalt, mit Oeffnungen von 0,033''', die andern sind meist einfach schlauchförmig und höchstens 0,12—0,16''' lang, 0,04—0,06''' breit. — Die Drüsenbläschen der Talgdrüsen sind entweder rund oder birn- und flaschenförmig, ja selbst langgestreckt wie Schläuche. Ihre Grösse variirt ungemein von 0,06—0,16''' Länge 0,02—0,1''' Breite und beträgt im Mittel 0,04''' bei den runden, 0,08''' Länge, 0,03''' Breite bei den anderen. Die Ausführungsgänge derselben sind ebenfalls von sehr verschiedenen Dimensionen, bald lang, bald kurz, weit oder eng; die Hauptausführungsgänge messen an Nase und *Labia minora* bis 1/3''' Länge, 1/15—1/6''' Breite und haben ein 0,015 —003''' dickes Epithel.

Die Talgdrüsen an der *Glans penis* und der innern Lamelle des *Praeputium* oder die *Tyson*'schen Drüsen sind sehr inconstant und finden sich bald nur in höchst geringer Anzahl (2—10), bald in grosser Menge, selbst zu Hunderten. Dieselben sind gewöhnliche Talgdrüsen, die von denen anderer Gegenden nur dadurch sich unterscheiden, dass sie nicht mit Haarbälgen in Verbindung stehen, sondern frei in der Haut sich öffnen. Man unterscheidet sie meist schon von freiem Auge als kleine weissliche, nicht über die Haut hervorragende Punkte, uud an mit Natron oder Essigsäure behandelten Hautlamellen lassen sich auch mikroskopisch ihre Eigenthümlichkeiten sehr leicht studiren. Es ergiebt sich, dass dieselben theils einfach schlauchförmig, theils einfach traubenförmig sind. Die ersteren besitzen einen rundlichen oder birnförmigen Schlauch von 0,048—0,012''' Durchmesser und einen geraden Ausführungsgang von 1/10''' Länge und

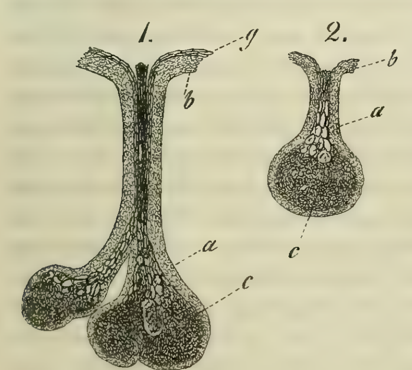


Fig. 89.

Fig. 89. Zwei Talgdrüsen, die grössere 1. von der innern Lamelle der Vorhaut, die kleinere 2. von der *Glans penis,* 50mal vergr. *a.* Drüsenepithel sich fortsetzend in die *Malpighi*'sche Schicht der Haut *b. c.* Drüseninhalt mit einzelnen grösseren Fetttropfen. *g.* Hornschicht der Oberhaut, etwas in den Drüsengang sich hineinziehend.

0,024—0,035‴ Breite, die letzteren haben 2, 3, höchstens 5 Endbläschen und messen 0,08—0,18‴ im Ganzen; die Oeffnungen der beiderlei Drüsen von 0,02 — 0,06‴ sind nicht schwer zu sehen. Bezüglich auf den Sitz dieser Drüsen bemerke ich, dass ich dieselben, 10—50 und darüber an Zahl, an der Vorhaut (innere Lamelle), besonders in der Gegend des *Frenulum* und ihres vorderen Theiles nie vermisse, während sie an der *Glans* selbst und ihrem Halse bald vollkommen mangeln, bald, und dann meist in grösserer Zahl bis auf 100, besonders an ihrer vorderen Fläche vorkommen. An der Vorhaut sind die Drüsen vorzüglich traubige, hier mehr einfache. Der Inhalt derselben ist vollkommen wie bei andern Talgdrüsen, namentlich fetthaltige Zellen, worüber unten mehr.

Die Talgdrüsen der weiblichen äusseren Genitalien finden sich an der innern und äussern Seite der *Labia minora* meist in grosser Menge und sind zum Theil eben so gross wie die an den kleinen Härchen der Innenfläche der *Labia majora*, zum Theil kleiner. *Glans* und innere Lamelle des *Praeputium clitoridis* haben mir nie Talgdrüsen dargeboten, obschon Burkhardt von solchen an der *Corona clitoridis* spricht, wohl aber in einzelnen Fällen die Umgegend der Harnröhrenmündung und der Scheideneingang selbst.

Den Talgdrüsen in allem Wesentlichen ganz gleich, nur grösser, sind die *Meibom*'schen Drüsen der Augenlider, von denen eine genaue Beschreibung beim Auge gegeben werden soll.

Nach *E. H.* Weber (*Fror. Notiz.* März 1849) rührt das *Smegma praeputii* des Bibers, das *Castoreum* oder Bibergeil, nicht hauptsächlich von Drüsen her, indem nur an einem kleinen Theile der dasselbe secernirenden Beutel sehr einfache runde, linsenförmige Drüschen von $\frac{1}{33}$‴ die grössten sich finden. Das Secret ist vielmehr bei Individuen beiden Geschlechts eine die Castorbeutel ganz auskleidende geschichtete Masse, die nur aus Oberhautzellen und kleinen fettartigen Kügelchen besteht. *Leydig* (Zeitschrift für wiss. Zool. Bd. II. p. 22, 31 u. flgde.) findet in den Bibergeilsäcken gar keine Drüsen und ebenso verhalten sich auch nach ihm die Vorhautsäcke des Wiesels; dagegen besitzen die Ratten und Mäuse an der Vorhaut wirkliche Talgdrüsen, jedoch von complicirtem Bau.

§. 77.

Der feinere Bau der Talgdrüsen ist folgender: Jede Drüse besitzt eine äussere zarte Hülle von Bindegewebe, die von dem Haarbalge oder bei freien Drüsen von der Lederhaut ausgeht, und im Innern Zellenmassen, die je nach den verschiedenen Gegenden der Drüsen verschieden sich verhalten. Geht man von dem Ausführungsgange einer derselben aus (siehe Fig. 91. *B*), so sieht man, dass gerade wie die Bindegewebshülle des anstossenden Haarbalges, so auch ein Theil seiner äusseren Wurzelscheide in den Gang selbst übergeht, und denselben mit einer mehr- (2—6) fachen Schicht von kernhaltigen, rundlichen oder polygonalen Zellen auskleidet. Diese Zellenschicht nun setzt sich, nach und nach zarter werdend, in die entfernteren Drüsentheile fort und dringt endlich auch in die eigentlichen Drüsenbläschen ein (Fig. 90. *A*), um dieselben in einfacher, selten doppelter Lage auszukleiden. Nach innen von diesen Zellen, die durch eine grössere oder geringere Menge von Fettkörnchen von den höher gelegenen Epithelzellen sich unterscheiden, folgen in den Drüsenbläschen selbst unmittelbar andere (Fig. 90. *Bb*), welche mehr Fett enthalten und diese gehen endlich in die innersten Zellen der Drüsenbläschen über, die ohne Ausnahme grösser (von 0,016—0,028‴) als die mittleren und äussersten Zellen, rundlich oder länglich rund von Gestalt und mit farblosem Fette so erfüllt sind, dass man sie nicht unpassend Talgzellen nennen könnte (Fig. 90. *B*). Ihr Fett erscheint entweder noch in Gestalt von discreten Tröpfchen (*bb*), wie in den äusseren Zellen, oder, und zwar noch häufiger,

unter der Form grösserer Tropfen (*c*), ja in manchen Zellen sind nur einige wenige derselben oder selbst nur ein einziger, die Zelle ganz erfüllender Tropfen vorhanden (*d*), so dass dann eine grosse Aehnlichkeit mit einer Fettzelle des *Panniculus adiposus* sich herausstellt. Verfolgt man diese innersten Zellen, die nur selten noch Kerne entdecken lassen, nach den Ausführungsgängen zu, so ist nichts leichter als die Wahrnehmung, dass ähnliche Zellen ohne Unterbrechung eine an die andere gereiht, auch in diese, d. h. in den von ihrem Epithel umschlossenen Canal sich fortsetzen, dann, in den Haarbalg eingetreten, den Raum zwischen dem Haare und der Oberhaut des Haarbalges einnehmen (Fig. 91. *B* vom Fötus), und schliesslich nach aussen abgeschieden werden. Diese Zellen und nichts anderes bilden den Hauttalg, eine frisch und bei der Körpertemperatur halbflüssige Masse, die jedoch in Leichen consistenter, wie Butter oder weicher Käse, weisslich oder weissgelblich von Farbe, bald zäher, bald leichter zerreiblich erscheint. Seine Zellen kleben im frischen Secrete mehr oder weniger fest zusammen und sind daher meist abgeplattet und unregelmässig von Gestalt, ihre Membran ist nicht zu erkennen und der Inhalt ganz homogen, durchscheinend mit einem gelblichen Schimmer. Setzt man aber verdünnte Alkalien zu, so quellen dieselben nach einiger Zeit zu schönen rundlichen oder länglichrunden Bläschen auf, in denen durch das eingedrungene Reagens das Fett in einzelne Tröpfchen von verschiedener Grösse und unregelmässige Häufchen sich sondert, zugleich wird der Hauttalg weiss wegen der entstehenden vielen kleinen Fetttheilchen und bilden sich grössere Fetttropfen wahrscheinlich in Folge der Auflösung mancher Zellen. Ausser den Talgzellen führt der Hauttalg auch noch freies Fett in grösserer oder geringerer Menge und vielleicht auch in einigen Fällen eine äusserst geringe Menge einer hellen Flüssigkeit.



Fig. 90.

Dem Bemerkten zufolge ist der Hauttalg ein Secret, das so zu sagen nur aus geformten Elementen, entweder fetthaltigen Zellen für sich allein oder solchen mit Fetttropfen gemengt, besteht. Diese Bestandtheile bilden sich in den bläschenförmigen Enden der Drüsen in Folge einer Zellenproduction, die, wie bei den Oberhautgebilden überhaupt, einzig und allein an die vorhandenen Zellen gebunden ist und ohne Mitwirkung einer freien Zellenbildung, von welcher hier ebenfalls keine Spur sich zeigt, geschieht. Durch

Fig. 90. *A*. Ein Drüsenbläschen einer gewöhnlichen Talgdrüse, 250mal vergr. *a*. Epithel scharf begrenzt, aber ohne Bekleidung von einer *Membrana propria* und continuirlich übergehend in die fetthaltigen Zellen *b* (die Contouren derselben sind zu undeutlich angegeben) im Innern des Drüsenschlauches *B*. Talgzellen aus den Drüsenschläuchen und dem Hauttalge, 350mal vergr. *a*. Kleinere fettarme, noch mehr epithelartige kernhaltige Zelle; *b*. fettreiche Zellen. ohne sichtbaren Kern; *c*. Zelle, in der das Fett zusammenzufliessen beginnt; *d*. Zelle mit Einem Fetttropfen; *e*. *f*. Zellen, deren Fett theilweise ausgetreten ist.

Zellentheilung entstehen im Grunde der Drüsenbläschen beständig Zellen, die, anfangs blass und arm an Körnern, gleich den Epithelialzellen, denen sie ihren Ursprung verdanken, indem sie durch die fortwährend nach ihnen entstehenden Zellen nach dem Innern rücken, sehr bald mit mässig grossen, runden, dunklen Fettkörnchen ganz sich füllen. So treten sie nach den Ausführungsgängen zu, indem ihre Fetttropfen immer mehr zusammenfliessen und ihre Membranen selbst etwas resistenter werden, und gestalten sich schliesslich zu den beschriebenen Talgzellen. Das freie Fett im Hauttalg bildet sich dadurch, dass in gewissen Fällen die Zellen schon im Innern der Drüsenbläschen sich auflösen, denn man trifft in der That in manchen Drüsen schon in den Endbläschen freies Fett in kleineren oder grösseren, oft recht grossen Tropfen (Fig. 89. 2); doch entsteht dasselbe vielleicht auch durch ein Aussickern aus geschlossenen Zellen, mit welcher Annahme der Umstand nicht übel stimmt, dass die fetthaltigen Zellen im ausgeschiedenen Hauttalg selten prall gefüllt, sondern meist verschiedentlich abgeplattet, auch wohl runzelig und mit nur noch wenigem Fett versehen erscheinen. — So aufgefasst erinnert die Bildung des Hauttalges in manchen Beziehungen an die der Oberhaut. Die jungen, leicht löslichen Zellen im Grunde der Drüsenbläschen können den *Malpighi*'schen Zellen der Epidermis und die weniger löslichen, mit Fett gefüllten des Secretes selbst den Hornplättchen verglichen werden, was um so passender erscheint, wenn man bedenkt, 1) dass die tiefe Schicht der Oberhaut des Haarbalges continuirlich in die Drüsengänge und die äussersten Zellen der Endbläschen selbst sich fortsetzt und 2) dass auch die Epidermis an einigen Stellen durch fortdauernde Ablösung Secrete, ich meine das *Smegma praeputii penis et clitoridis*, und noch dazu allem Anscheine nach dem Hauttalge auch chemisch verwandte Substanzen bildet. Der letztere enthält nämlich zufolge einer mit dem Inhalte einer ausgedehnten Drüse angestellten Analyse von *Esenbeck* (*Gmelins* Handbuch der Chemie, Bd. II.) vorzüglich Talg 24,2, Eiweiss und Käsestoff 24,2, Extracte 24 und phosphorsauren Kalk 20%, welche Substanzen zum Theil wenigstens auch in dem *Smegma* vorkommen (S. Mikr. Anat. §. 20).

Von Nerven an den Talgdrüsen habe ich nichts bemerkt, ebenso wenig von Gefässen, die auf und zwischen ihren Läppchen selbst sich ausbreiten, dagegen finden sich allerdings um grössere Drüsen herum, am deutlichsten am *Penis* und *Scrotum*, so wie am Ohr, Gefässe feinerer Art und selbst Capillaren in Menge. Noch erinnere ich an die oben bei der Lederhaut beschriebenen glatten Muskeln in der Nähe der Talgdrüsen, deren Zusammenziehung für die Entleerung des Inhaltes derselben wohl kaum gleichgültig ist.

§. 78.

Entwickelung der Talgdrüsen. Die erste Bildung der Talgdrüsen fällt in das Ende des vierten und fünften Monates und steht mit der Entwickelung der Haarbälge im innigsten Zusammenhang, in der Weise, dass dieselben zugleich mit der Entstehung der Haare oder kurze Zeit nach derselben als Auswüchse der Haarbälge auftreten, wesshalb sie auch nicht alle auf einmal, sondern diejenigen der Augenbrauen, der Stirn etc. zuerst, zuletzt die

der Extremitäten erscheinen. Die genaueren Verhältnisse sind folgende: Wenn die Haarbalganlagen sich schon bedeutend entwickelt haben und die erste Andeutung der Haare in ihnen sichtbar ist (Fig. 78. *A, B*), sieht man an der äussern Fläche der Haarbälge kleine, nicht scharf begrenzte warzenförmige Auswüchse (*n n*) sich erheben, die aus einer durchaus soliden, mit der äussern Wurzelscheide continuirlich zusammenhängenden Zellenmasse und einer zarten, mit der der Haarbälge sich fortsetzenden Hülle bestehen. Diese Auswüchse der äussern Wurzelscheide der Haarbälge, wie man sie passend nennen kann, anfänglich von 0,02—0,03''' Durchmesser und 0,01—0,016''' Dicke, nehmen nun entsprechend der Vergrösserung der Haarbälge ebenfalls zu, werden kugelförmig und endlich, indem sie sich noch mehr ausziehen und zugleich schief nach dem Grunde der Bälge zu neigen, birn- und flaschenförmig. Nun beginnt eine Fettbildung in den innern Zellen (Fig 91. *A*), die, im

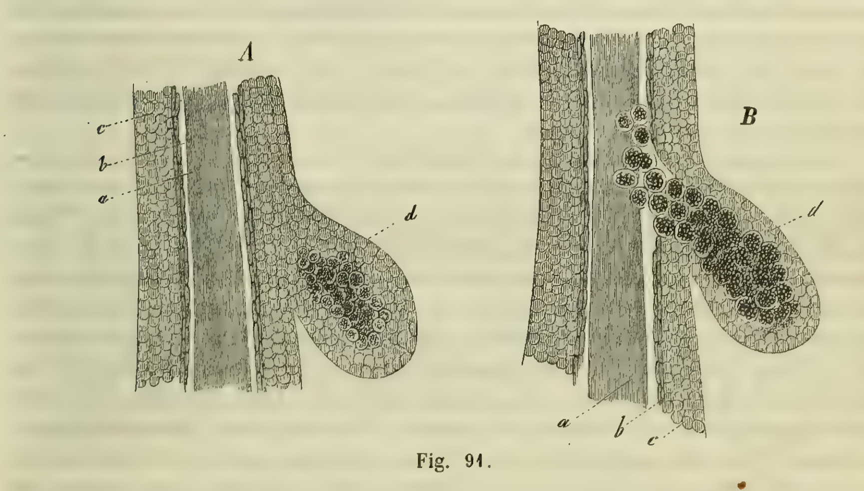


Fig. 91.

Grunde der birnförmigen Auswüchse beginnend, auch auf den Stiel derselben fortgeht und endlich auch die Zellen der äussern Wurzelscheide ergreift, bis am Ende die Fettzellen bis an den Canal des Haarbalges reichen (Fig. 91. *B*). Jetzt ist die Drüse und ihr Inhalt da und es braucht nun nur noch eine Vermehrung der Zellen im Grunde der Drüse oder dem Drüsenbläschen zu beginnen, um die im Drüsengange befindlichen Talgzellen in den Haarbalg einzutreiben und die Secretion vollständig in Gang zu setzen. Mithin sind auch die Talgdrüsen wie die Schweissdrüsen anfänglich solide Auswüchse der *Malpighi*'schen Schicht der Haut, an denen erst nachträglich Oeffnungen nach aussen entstehen und bildet sich der erste Hauttalg durch eine Umwandlung der innern Zellen der Drüsenanlagen, während der Raum, den diese Zellen

Fig. 91. Zur Entwickelung der Talgdrüsen von einem 6monatlichen Fötus, ungefähr 250mal vergr. *a*. Haar, *b*. innere Wurzelscheide, hier mehr der Hornschicht der Oberhaut gleich, *c*. äussere Wurzelscheide, *d*. Talgdrüsenanlagen. *A*. Anlage der Drüsen flaschenförmig, mit Fettbildung in den centralen Zellen. *B*. Anlage noch grösser, Fettbildung auch in ihrem Hals und Ausstossnng der fetthaltigen Zellen in den Haarbalg, hiermit Drüsenhöhle und Secretion gegeben.

einnehmen, zur Drüsenhöhle wird, der aber niemals frei erscheint, sondern beständig von nachrückenden wuchernden Zellen erfüllt wird.

Die bisher geschilderte Entwickelung der Talgdrüsen geht ziemlich rasch vor sich. Im Allgemeinen lässt sich angeben, dass, so lange die Haare nicht durchgebrochen, die Drüsenanlagen warzenförmig sind, kaum mehr als 0,03''' messen und meist noch ganz blasse Zellen enthalten. Sind die Haare heraus, so findet man grössere birnförmige Anlagen mit einem dickeren Ende von 0,024—0,05''', zum Theil noch mit blassen, zum Theil mit fetthaltigen Zellen und nun brechen dieselben auch bald in den Haarbalg durch. Im fünften Monate hat demnach an vielen Orten die Secretion schon begonnen und im sechsten ist dieselbe überall im Gange. Zugleich ist aber zu bemerken, dass neben den anfänglichen Drüsen, die entweder zu einer oder zu zweien an einem Balge vorkommen, im sechsten Monate neue Anlagen hervorkommen, die meist tiefer sitzen und nach und nach in Verfolgung des oben angegebenen Ganges bald zu secernirenden Drüsen sich gestalten. Die fetthaltigen Zellen der eben erst entstandenen Drüsen enthalten ohne Ausnahme viele Fettkörner, nie einen einzigen grossen Tropfen, auch Kerne kommen in den blassen Zellen, die sie umschliessen, vor.

Die weitere Entwickelung der Talgdrüsen beruht darauf, dass die anfangs einfach schlauchförmigen Drüsen durch Wucherung ihrer äusseren fettlosen Zellen solide Sprossen treiben, die sich nach und nach in eben der Weise wie die ersten Anlagen wieder zu Drüsenbläschen umwandeln. Durch wiederholte Sprossenbildung von den primitiven oder secundären Drüsenbläschen aus bilden sich dann grössere Träubchen und aus diesen endlich die zusammengesetztesten, die nur vorkommen. Die sogenannten Drüsenrosetten gehen sehr oft aus einer einzigen Drüsenanlage hervor, die mächtig wuchernd den Haarbalg von allen Seiten umfasst, andere Male aber auch aus zwei und noch mehr ursprünglichen Fortsätzen der äussern Wurzelscheide. Beim siebenmonatlichen Fötus sind noch die meisten Drüsen einfache gestielte Schläuche von 0,04—0,06''' Länge und 0,02—0,03''' Breite, die zu einem oder zweien an den Haarbälgen sitzen, nur am Ohr stehen vier bis fünf Drüsen der einfachsten Art um einen Balg herum, die Rosetten von nicht mehr als 0,06''' Durchmesser bilden, und an der Nase zeigen sich einfache Träubchen von höchstens 0,1'''. Beim Neugebornen finden sich an allen vorhin angegebenen Orten statt der einfachen Schläuche einfache Träubchen, je eines oder seltner zwei an einem Balg von 0,1—12''' Länge und nur 0,04—0,06''' Breite; nur an der Brust sind die Drüschen rosettenartig, ebenso an Ohr, Schläfe, Nase, Brustwarze, den *Labia majora* und dem *Scrotum*, wo dieselben 0,1''', an den letzten vier Orten selbst bis 0,4''' und darüber messen. Aus diesen Angaben ist ersichtlich, dass die meisten Drüsen auch noch nach der Geburt an Grösse zunehmen, was gewiss in derselben Weise vor sich geht, wie während der Fötalperiode, für welche Annahme auch bei Erwachsenen hie und da vorkommende blasse solide Drüsenläppchen sprechen; gewisse Drüsen entstehen erst nach der Geburt, so z. B. die der *Labia minora*.

Die Talgdrüsen kommen auch an abnormen Stellen vor; so beobachteten sie *Kohlrausch* in einer Eierstockscyste und *v. Bärensprung* in einer subcutanen Balgge-

schwulst der Stirn, an beiden Orten in Verbindung mit Haarbälgen, woraus geschlossen werden darf, dass sie in haarhaltigen Cysten wohl öfter sich finden. In der That traf ich auch sehr schöne Talgdrüsen mit viel Hauttalg in den Wänden der oben erwähnten haarhaltigen Cyste in der Lunge. Eine Neubildung von Talgdrüsen in Narben will *v. Bärensprung* in seltenen Fällen nur erst nach Jahren gesehen haben. Wenn die Haare ausfallen, scheinen die Talgdrüsen zu schwinden, wenigstens habe ich mehrmals an kahlen Stellen dieselben vermisst. Hypertrophien der Talgdrüsen finden sich nach *E. H. Weber* bei Hautkrebsen, nach *v. Bärensprung* beim Akrothymion oder den feuchten Warzen, beim *Naevus pilosus*. Auch die Comedonen oder Mitesser, zu denen ich auch den *Lichen pilaris*, wenigstens wie ihn *Simon* auffasst (l. c. p. 334), rechne, sind mit Hauttalg erfüllte, ausgedehnte Haarbälge und Talgdrüsen, die besonders da vorkommen, wo die Drüsen durch Grösse sich auszeichnen, so an der Nase, den Lippen, dem Kinn, Ohr, Warzenhofe und dem *Scrotum*. Sie entstehen entweder durch Verstopfung der Haarbalgmündungen, durch Unreinigkeiten oder durch Bildung eines zäheren, consistenteren Secretes, und enthalten neben einem oder mehreren Haaren, die aber auch fehlen können, fetthaltige Zellen, wie im normalen Hauttalg, Epidermiszellen von den Haarbälgen herrührend, freies Fett, manchmal Cholestearinkrystalle und den *Acarus folliculorum*. Das Hirsekorn, *Milium*, kleine weissliche Knötchen an den Augenlidern, der Nasenwurzel, dem *Scrotum*, Ohr, bildet sich, wie *v. Bärensprung* gewiss mit Recht annimmt, ebenfalls aus den Talgdrüsen, und zwar dann, wenn dieselben für sich allein, nicht aber die Haarbälge sich ausdehnen, wodurch rundliche, die Haut hervortreibende Knötchen ohne Oeffnung entstehen, deren dem der Comedonen ähnliches Secret sich manchmal noch durch die Haarbälge ausdrücken lässt. Endlich müssen, wie wohl von Niemand mehr bezweifelt wird, auch die Schmeerbälge, die in der Cutis selbst sitzen (Atheroma, Steatoma, Meliceris und auch das Molluscum) als colossal vergrösserte Haarbälge mit Talgdrüsen angesehen werden, worüber das Nähere in den citirten Werken nachzulesen ist. — Auch in Betreff eines kleinen Schmarotzers, des *Acarus folliculorum*, der in gesunden und erweiterten Haarbälgen und Talgdrüsen wohnt, verweise ich auf *G. Simon* (l. c. p. 287). Bei dem oben erwähnten Falle von *Ichthyosis congenita* fanden *H. Müller* und ich die Ausführungsgänge der Talgdrüsen in der Epidermis allerwärts erweitert von 0,03—0,06‴, mit sackartigen, oft zu mehreren hintereinander liegenden Ausbuchtungen von 0,04—0,12‴ und ganz voll von Hauttalg. Hie und da war ein Härchen in einem solchen Gange drin, so dass derselbe dann zugleich als Haarbalg erschien.

Bei der Untersuchung der Talgdrüsen präparirt man dieselben entweder von innen her und schneidet sie mit den betreffenden Haarbälgen von der Cutis ab, oder man macht nicht zu feine senkrechte Hautschnitte. Hat man den feineren Bau der Drüsen an denen des *Scrotum* und *Penis*, so wie der *Labia minora*, welche ohne alle Mühe sich isoliren lassen, und daher am besten zur ersten Untersuchung sich eignen, studirt, wobei namentlich auch Essigsäure, die die umliegenden Theile durchsichtig macht, sich sehr dienlich erweist, so kann man bei den übrigen, wenn es nur auf Form, Lage und Grösse ankommt, sich mit dem grössten Vortheile der Alkalien, namentlich des Natrons bedienen, welche, während sie die Drüsen ihres Fettreichthums wegen wenig angreifen, alle sie verdeckenden Theile aufhellen. Will man nicht die Hülle, sondern die Zellen der Drüsen studiren, und zugleich ihre Form ganz übersehen, so ist nichts besser, als die Haut zu maceriren; alsdann ziehen sich mit der Epidermis die Haare mit ihren Wurzelscheiden und die Zellenmassen der Talgdrüsen, Epithel und Contentum *in toto* oft wunderschön heraus. Wo die Epidermis dünn ist (*Scrotum*, *Labia majora*, *Glans penis*), erreicht man dasselbe durch Aufträufeln concentrirter Essigsäure in kurzer Zeit, ebenso, jedoch mit grösserer Zerstörung der Drüsenzellen, durch Natron. Für das Studium der Entwickelung der Talgdrüsen ist die Maceration der fötalen Haut und Aufhellung derselben durch Essigsäure von grossem Nutzen. Die fetthaltigen Zellen im Innern der Drüsen isoliren sich äusserst leicht beim Zerzupfen einer grössern Drüse und was das ausgeschiedene Secret betrifft, so ist dasselbe ohne Zusatz, mit Wasser und mit Natron zu untersuchen.

Literatur. Man vergleiche die bei der Haut citirten Abhandlungen von *Gurlt* (p. 409), *Krause* (p. 126), *G. Simon* (p. 9), *Valentin* (p. 758), dann die allgemeinen Werke von *Henle* (p. 899), *Todd-Bowman* (p. 424, Fig. 92), *Hassall* (Pl. LIV, sollte LIII heissen (p. 401), *Bruns* (p. 340), *Gerber* (p. 75, Fig. 40, 42, 43, 44, 45, 239), *Arnold* (II. Th.) und mir, die Abbildungen von *Ecker (Icon phys. Tab. XVII)*, *Arnold (Icon anatom. fasc. II. Tab. XI, Fig. 10)* und *Berres* (Tab. XXIV), ausserdem noch *G. Simon*: in *Müll.* Arch. 1844, p. 1. *Ercolani, gland. cutanee degli anim. domestici, Torino* 1854; *L. Porta, dei tumori follicolari sebacei, Milano* 1856.

Vom Muskelsysteme.

§. 79.

Zum Muskelsysteme gehören alle quergestreiften Muskeln, welche sammt ihren Hülfsorganen, den Sehnen und Fascien, zur Bewegung des Skelettes, der eigentlichen Sinnesorgane und der Haut dienen. Dieselben bilden ein zwischen Haut und Knochen, und zwischen den Knochen selbst gelegenes System, dessen einzelne Theile so aneinanderliegen und durch gemeinschaftliche Hüllen vereint sind, dass sie füglich als ein Ganzes betrachtet werden können.

§. 80.

Die eigentliche Muskelfaser besteht zwar vorzugsweise aus contractilem Gewebe, lässt aber ausserdem auch viele Zellenkerne und eine besondere interstitielle Substanz deutlich erkennen. Die contractile Masse ist eine weiche, dehnbare, sehr leicht quellende Substanz, die sowohl an frischen als und vor allem an macerirten, gekochten, in Alkohol und Chromsäure aufbewahrten Muskeln in die Muskelfäserchen oder Primitivfibrillen, *Fila sive Fibrillae musculares* (Fig. 92) zerfällt, von denen es kaum zweifelhaft ist, dass sie das eigentliche Element der am höchsten ausgebildeten quergestreiften Muskelfasern sind. Diese Fibrillen erscheinen in der Regel quergestreift, d. h. sie zerfallen in regelmässiger Abwechselung in dunklere und hellere kleine Zonen, wodurch, da diese Zonen bei allen Fibrillen einer Muskelfaser ganz gleichmässig in denselben Querebenen liegen, das zierliche quergebänderte Ansehen derselben bewirkt wird, neben welchem hie und da auch noch eine feine parallele longitudinale Streifung sich zeigt, wogegen eine reine

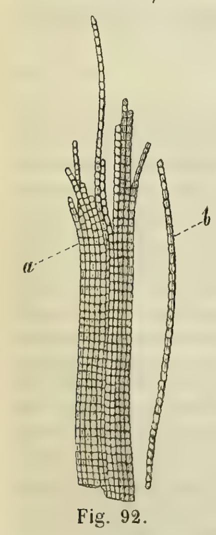


Fig. 92.

Fig. 92. Primitivfibrillen aus einem Primitivbündel des Axolotl *(Siredon pisciformis)*. *a.* Ein kleines Bündel von solchen, *b.* eine isolirte Fibrille, 600mal vergr.

Längstreifung seltener ist und nur in den Fällen auftritt, in denen die Fibrillen ganz gleichartig ohne Querlinien erscheinen.

Eine nähere Analyse der Fibrillen und z. Th. auch der ganzen Muskelfasern ergiebt folgende weitere Aufschlüsse. Die Querstreifen, wenn auch vielleicht bei ihrem ersten Auftreten mit der Contraction der Fasern in Zusammenhang, sind später insofern unabhängig von derselben, als sie auch an ganz todten Muskelfasern noch vollkommen ausgeprägt sich finden. Ihre Erscheinung ist bei einem und demselben Thiere an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten eine andere und dasselbe zeigt sich auch bei Vergleichung der Muskelfasern verschiedener Geschöpfe. Im Allgemeinen kann man sagen, dass bei höheren Geschöpfen die dunklen Zonen breiter sind als die hellen, so dass diese oft verschwindend klein (kurz) werden, während bei niedern Thieren (Krustern, Insecten) meist die hellen Zonen das Uebergewicht haben. Diesem zufolge erscheinen die Muskelfasern — da die dunklen Zonen diejenigen sind, die vor Allem in die Augen springen — dort mehr quergebändert und hier mehr quergestreift, und was die Fibrillen anlangt, so ist bei höheren Thieren der Ausdruck gegliedert oder varicös der passendste, während bei andern die Bezeichnung querstreifig ausreicht und wenn man den Ausdruck gegliedert brauchen wolle, noch hinzuzusetzen ist, dass die einzelnen Glieder von den hellen Zonen gebildet werden, nicht wie dort von den dunklen. Von Wichtigkeit für die Deutung der dunklen Quersteifen oder Zonen ist nun, dass dieselben bei einem und demselben Thiere, ja an einer und derselben Faser verschieden breit (lang) erscheinen, womit dann auch eine verschiedene Entwickelung der hellen Zonen verbunden ist, in der Art, dass diese bei stärkern dunkeln Streifen wenig ausgeprägt erscheinen und umgekehrt. Ich glaube auch gesehen zu haben, dass die Zahl der dunklen Zonen an einer und derselben Faser nicht überall dieselbe ist und stellenweise das Doppelte von dem beträgt, was an andern Orten. Alles dies weisst darauf hin, dass die hellen und dunklen Zonen (Querstreifen) nicht einer besonderen Structureinrichtung ihren Ursprung verdanken, sondern nur der Ausdruck des jeweiligen Contractions- und Aggregatzustandes der Fibrillen sind, für welche Auffassung auch der Umstand spricht, dass die Stärke der dunklern und hellern Zonen in den verschiedenen Zuständen der natürlichen Contraction eine sehr verschiedene ist.

Muskelfasern und Fibrillen mit starken dunklen Zonen zerfallen unter Umständen (durch Maceration, die Einwirkung des Magensaftes, Alcohol etc.) noch weiter und zwar in der Art, dass die Fibrillen schliesslich immer zwischen zwei dunklen Streifen oder Zonen brechen und in kleine rundlicheckige Stückchen zerfallen, welche von *Bowman* mit dem Namen primitive Fleischtheilchen (*primitive particles*, *sarcous elements*) bezeichnet und für die eigentlichen Elemente der Muskelfasern erklärt worden sind. Nach *Bowman* sind diese Fleischtheilchen in den Muskelfasern theils der Länge, theils der Quere nach verbunden. Lösen sich die seitlichen Verbindungen derselben, so zerfällt eine Faser in Fibrillen, im entgegengesetzten Falle zerlegt sich dieselbe in Scheiben *(Discs)*, welche Trennung, wie *Bowman* annimmt, wenn auch nicht so häufig, doch ebenso naturgemäss ist, und

kann man die Muskelfasern nach ihm ebenso gut für Säulen von dünnen Scheiben, als für Bündel von Fibrillen halten. Zerfällt eine Muskelfaser ganz und gar in der Richtung der Quer- und Längsstreifen, so entstehen dann die schon erwähnten primitiven Fleischtheilchen. — Dieser Auffassung gegenüber, die mit gewissen Modificationen von fast allen Neuern getheilt wird, muss ich wie schon früher die *Sarcous elements* für Kunstproducte erklären. Meiner Meinung zufolge sind die Fibrillen in ihrer ganzen Länge ursprünglich aus einer und derselben Substanz gebildet, an welcher jedoch im Zusammenhange mit den Contractionen dichtere (die dunklen Zonen) und weniger dichte Stellen sich ausbilden. So erwerben dieselben nach und nach eine gewisse, wenn auch nicht chemische oder physiologische, doch physikalische Verschiedenheit und hiervon, d. h. von dem geringeren Aggregatzustande der hellen Zonen rührt es dann her, dass die Fibrillen und Fasern hier brechen und von Reagentien etwas mehr angegriffen werden als an den andern Stellen. Obschon ich daher die *Sarcous elements* und *Discs* vollkommen anerkenne, so kann ich doch nicht umhin zu behaupten, dass die Fibrillen in ihrer ganzen Länge aus einer chemisch und physiologisch gleichen Substanz zusammengesetzt sind. — An Muskelfibrillen mit schmalen dunklen Zonen, wie denen der Thoraxmuskeln gewisser Insecten ist ein Zerfallen in Fleischtheilchen, die den dunklen Zonen entsprechen, nicht zu sehen, vielmehr brechen dieselben hier sowie bei den Krustern in Stückchen, die den hellen Zonen oder der Verbindungssubstanz gleich sind, welcher Umstand ganz geeignet ist zu zeigen, dass das Zerfallen der Fibrillen in kleinste Theilchen mehr von gewissen minder wesentlichen Verhältnissen abhängig, als im eigentlichen Bau der Muskelfasern begründet ist.

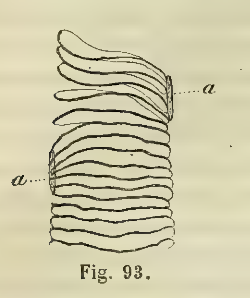


Fig. 93.

Die Muskelfibrillen werden durch ein äusserst geringer Menge vorhandenes Bindemittel zu den Muskelfasern vereint, so jedoch, dass da und dort zwischen den Fibrillen noch eine besondere interstitielle Substanz sich findet. Diese besteht so zu sagen einzig und allein aus den von mir sogenannten interstitiellen Körnern, sehr kleinen rundlichen und blassen Gebilden, die in grosser Zahl und in einfachen Reihen zwischen den Fibrillen oder kleineren Bündeln derselben liegen und sehr häufig in nicht ganz normalen Muskelfasern mit Fett- oder gelblichen Pigmentkörnern gemengt vorkommen oder auch durch dieselben gänzlich vertreten sind. —

An der Innenseite des Sarcolemma finden sich constant Kerne in grosser Zahl, deren Demonstration namentlich durch Essigsäure und concentrirte caustische Alkalien leicht ist, aber auch an unveränderten Fasern keine Schwierigkeiten macht. Linsen- oder spindelförmig von Gestalt, mit einem

Fig. 93. Ein Stück einer aus dem Sarcolemma herausgetretenen Muskelfaser eines Kaninchens durch Maceration in Salzsäure von 1 per mille in *Discs* zerfallen. *a*. Kerne. 350mal vergr.

oder zwei *Nucleolis* und von 0,003—0,005‴ und mehr Länge stehen dieselben ohne Gesetzmässigkeit bald zu zweien oder mehreren in die Höhe, bald alter-

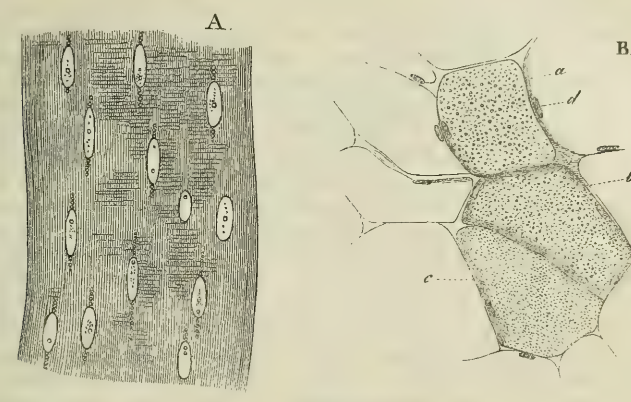


Fig. 94.

nirend oder reihenweise hintereinander über die Oberfläche des Fibrillenbündels zerstreut und sind die Stellen derselben nicht selten durch stärkere Ansammlungen der eben erwähnten Fettkörnchen ausgezeichnet.

Die Gestalt der Muskelfasern ist eine rundlich polygonale. Ihre Stärke geht von 0,005—0,03‴ und darüber; am Rumpfe und an den Extremitäten sind dieselben ohne Ausnahme stärker als am Kopfe (von 0,016—0,030‴), wo namentlich die mimischen Muskeln durch geringe Dicke (0,005—0,016‴) ihrer Fasern sich auszeichnen, wobei jedoch zu bemerken ist, dass in einem und demselben Muskel oft grosse Differenzen sich finden. Nach Allem was man weiss, zeigen sich bei Männern und Weibern, schwächlichen und robusten Individuen in der Dicke der Muskelfasern keine absoluten Verschiedenheiten, dagegen möchte es leicht sein, dass hier das eine Extrem, dort das andere das vorwiegendere wäre. Die Dicke der Primitivfibrillen beträgt beim Menschen 0,0005‴ im Mittel (nach *Harting* 0,0010—0,0017‴ ‴) und die Zahl derselben in einem Bündel muss sich bei stärkeren solchen auf 2000 und mehr belaufen, ist jedoch nicht genau bekannt. Die Abstände ihrer Querstreifen wechseln gewöhnlich zwischen 0,0004—0,001‴ (nach *Harting* zwischen 0,002—0,0035‴ ‴).

Ueber die Zusammensetzung der Muskelfasern herrschen noch mehrfache Controversen, doch ist hier der Ort nicht, um ausführlicher auf dieselben einzugehen und beschränke ich mich 'auf Folgendes: Was die Frage anlangt, ob die Fibrillen natürliche Elemente der Muskelfasern seien oder nicht, so will ich von vorne herein bemerken, dass dieselbe für die Physiologie von keinem grösseren Belange ist, indem es keinem Zweifel unterliegt, dass es Muskelfasern und zwar auch willkürliche giebt (Muskelfasern

Fig. 94. *A.* Primitivbündel des Frosches mit A behandelt, um die Kerne zu zeigen. *B.* Querschnitt von einigen Muskelfasern des Menschen. Bei *a.* und *b.* entsprechen die Pünktchen den Reihen der interstitiellen Fettkörnchen, bei *c* sind nur blasse feine Punkte sichtbar, die vielleicht von den Fibrillen herrühren, *d.* Kerne der Fasern, dicht am Sarcolemma, 350mal vergr.

der Mollusken etc., contractile Faserzellen der Wirbelthiere), die keinen fibrillären Bau haben, woraus entnommen werden kann, dass auch eine homogene contractile Substanz wesentlich dasselbe zu leisten im Stande ist, was die quergestreiften Fasern der höheren Thiere. Nichts desto weniger ist der Gegenstand vom anatomischen Gesichtspunkte aus einer Besprechung werth und will ich daher noch besonders hervorheben, dass meiner Ansicht nach kaum bezweifelt werden kann, dass die Fibrillen in den entwickelteren quergestreiften Muskelfasern wirklich vorgebildet und mit den *Discs* nicht in eine Linie zu stellen sind. — Das Zerfallen in Scheiben, auf das *Bowman* besonders sich stützt, könnte meiner Meinung nur dann von Belang sein, wenn dasselbe ebenso häufig, wie das in Fibrillen und auch an frischen Muskeln hie und da vorkäme, allein dies ist nicht der Fall, denn es ist an frischen Muskeln des Menschen und der höheren Geschöpfe kaum eine Andeutung von etwas der Art zu sehen und auch an macerirten Bündeln das Zerfallen in Scheiben eine äusserst seltene Erscheinung, während auf der andern Seite die Isolirung und das Hervortreten der Fibrillen für den nur etwas mit diesem Gegenstande Vertrauten fast in jedem Muskel zu erzielen ist. Allerdings kann man, wie *Lehmann* und *Funke* (S. Atl. d. phys Chem. 1. Aufl. Tab. XV. Fig. 1) und *Harting*, neulich auch *Häckel* und *Rollett* (l. i. c.) gezeigt haben, und wie ich ebenfalls bestätigen kann, isolirte *Discs* sehr leicht und in Menge erhalten, wenn man die Muskelfasern in Salzsäure von $1/_{500}$—$1/_{1000}$ eine Zeitlang macerirt (Essigsäure fand ich weniger zweckmässig), allein durch dieses Reagens wird die Muskelsubstanz so angegriffen, dass dasselbe keine Schlüsse auf den natürlichen Bau derselben gestattet und nicht daran zu denken ist, die Theilstücke, die man erhält, mit den Fibrillen zu vergleichen, die im Ganzen so leicht darzustellen sind. Für diese Ansicht, welcher zu Folge die Fibrillen natürliche Elemente der Muskelfasern sind, und gegen *Bowman* lässt sich ausserdem noch die Beschaffenheit der Querschnitte der Muskelfasern, das Vorkommen einer besondern interstitiellen Substanz zwischen den Fibrillen und dann die Beschaffenheit gewisser Muskelfasern der Insecten anführen. Die interstitielle Substanz anlangend, so ist klar, dass wenn, wie ich gezeigt habe, in den Muskelfasern sehr vieler Thiere zwischen den Fibrillen besondere Körnerreihen in sehr grosser Zahl sich finden, von einem Zusammenhange der *Sarcous elements* der Quere nach durch das ganze Primitivbündel und von einer Gleichstellung der Spaltung in Fibrillen und in *Discs* nicht die Rede sein kann. Höchstens könnte man, da die interstitiellen Körner, nicht immer die einzelnen Fibrillen, sondern auch wohl kleine Bündelchen von solchen von einander scheiden, für diese die *Bowman*'sche Theorie aufrecht erhalten wollen, was jedoch sehr gesucht wäre. An Querschnitten von Muskelfasern von Säugern und Amphibien ferner sieht man mit guten Mikroskopen ganz bestimmt die Fibrillen als zarte blasse, äusserst dicht stehende Pünktchen zum Beweise, dass die Muskelfasern in der Querrichtung sicherlich nicht homogen sind. Diese Pünktchen deuten nun freilich einige als *Sarcous elements*, da jedoch die Annahme, dass solche Theilchen die eigentlichen Elemente der Muskelfasern seien, aus andern Gründen sehr unwahrscheinlich ist (siehe unten), so ist es schon erlaubt, auch die Bilder, die Muskelquerschnitte gewähren, zur Unterstützung der Annahme von der Praexistenz der Fibrillen zu verwerthen. In demselben Sinne hat man endlich auch die Thatsache gedeutet, dass bei den Thoraxmuskeln der mit Geräusch fliegenden Insecten (*Coleoptera*, *Neuroptera*, *Hymenoptera*, *Lepidoptera*, *Diptera*, *Orthoptera* zum Theil und *Hemiptera* z. Th.), an den ganz frischen Muskeln ausgezeichnet schöne, quergestreifte Fäserchen ohne weiteres zu isoliren sind (Fig. 95), doch will ich auf diese Thatsache kein zu grosses Gewicht mehr legen, da von gewissen Seiten (*Busk* und *Huxley* in der englischen Uebersetzung meines Handbuches) die Ansicht aufgestellt worden ist, dass diese feinen Fäserchen keine Fibrillen, sondern ganze Muskel-


Fig. 95.

Fig. 95. Primitivfasern aus einem ganz frischen quergestreiften Muskel einer Wanze, 350mal vergr.

fasern seien. Auf der andern Seite sind freilich *Harting* und *Aubert* und, soviel mir bekannt, alle andern Autoren der Meinung, dass wir es hier mit natürlichen Fibrillen zu thun haben, wofür sich auch anführen lässt, dass zwischen denselben auch ausgezeichnete interstitielle Körner sich finden, doch muss ich schon gestehen, dass diese Angelegenheit mir noch nicht ganz spruchreif zu sein scheint. Wenn auch diese Fibrillen durch die Tracheenverästelung wie in Bündel zusammengefasst werden, so mangelt diesen doch ein Sarcolemma ganz und gar, was schon befremdend ist. Ausserdem habe ich gefunden, dass die vermeintlichen Fäserchen an ihrem einen Ende um das doppelte bis dreifache sich verbreitern, doch war mir auffallend, dass immer ein ganzes Bündel solcher in eine gewöhnliche Muskelfaser überzugehen schien. Leider mangelt mir jetzt im Winter das Material um diese Angelegenheit ganz zu erledigen, doch ist schon so viel klar, dass man diese Fäserchen der Insecten nicht mehr so ohne weiteres als Fibrillen ansprechen kann, wie dies bisher geschehen ist.

Ist schon die Frage über die Praeexistenz der Fibrillen keine leichte, so erheben sich noch viel grössere Schwierigkeiten, wenn man nach der feineren Beschaffenheit derselben forscht. Der bei weitem wichtigste Streitpunkt, der sich hier erhebt, ist der, ob die Fibrillen in ihrer ganzen Länge aus einer und derselben Substanz oder aus zweierlei Elementen bestehen. Bis vor Kurzem war die verbreitetste Ansicht die, dass die Fibrillen keine ungleichartigen Theile mehr zeigen, sei es nun, dass man dieselben aus aneinandergereihten *Sarcous elements* bestehen liess, wie *Bowman*, oder als einfache Fäserchen mit dichteren und dünneren Stellen auffasste, wie ich (Handb. 2. Aufl. p. 187). Offenbar hatte jedoch schon *Bowman* an eine Verbindungssubstanz der Fleischtheilchen gedacht, ohne jedoch in dieser Beziehung sich weiter auszusprechen. Sieht man von den weniger bestimmten Andeutungen ab, die sich bei *Sharpey*, *Carpenter*, *Hassall*, *Wilson*, später auch bei *Queckett* und *Donders* finden, so ist eigentlich *Dobie* der erste, der sich entschieden dahin ausspricht, dass die Fibrillen aus zweierlei Fleischtheilchen, hellen und dunklen, bestehen, doch gelangte dieser Autor noch nicht dazu, die Unterschiede dieser Theilchen weiter zu verfolgen. Erst *Harting* (*Het Mikroskoop IV.* 1854. *p.* 271, 273, 274. *Tab. III. Fig.* 33, 35) machte darauf aufmerksam, dass die Anwesenheit einer hellen Verbindungssubstanz zwischen den *Sarcous elements* auch auf chemischem Wege dargethan werden könne, indem Salzsäure, Magensaft und beginnende Fäulniss dieselben auflöse und so das Auftreten von *Bowman*'schen *Discs* bedinge, eine Beobachtung, die in der neuesten Zeit von *Häckel*, *Rollett* und *Munk* bestätigt und nach verschiedenen Seiten weiter verfolgt wurde. *Häckel* (*Müll.* Arch. 1857. p. 493) nimmt zwei verschiedene Bindemittel für die *Sarcous elements* an, die er wie *Bowman* als die eigentlichen Muskelelemente betrachtet. Das Längsbindemittel (*Dobie's* helle *Sarcous elements*), welches das andere an Umfang überwiege, sei in Salzsäure leicht, in Alkohol nicht und in Wasser erst nach längerer Maceration löslich, während das spärliche Querbindemittel gerade umgekehrt in Wasser und in Alkohol löslich, in verdünnter Salzsäure unlöslich sei. Bei der Contraction der Muskelfasern denkt sich *Häckel*, werden die Fleischtheilchen alle gleichzeitig kürzer und dicker, während die wahrscheinlich elastische Längsbindemasse, dieser Bewegung folgend, zugleich breiter und niedriger werde. Ungefähr dieselbe Darstellung wie *Häckel* giebt auch *Rollett* (Sitzungsb. d. Wiener Akad. 1857), mit dem Unterschiede jedoch, dass derselbe kein Querbindemittel annimmt und die Muskelfasern aus Fibrillen und diese aus stärker brechenden Theilchen und einer hellen Verbindungssubstanz bestehen lässt. Ausserdem theilt derselbe nach *Brücke* auch noch mit, dass die eigentlichen Fleischtheilchen doppelt brechend, die hellen Zwischentheilchen einfach brechend seien, in welcher Beziehung auch eine kurze Mittheilung von *Brücke* selbst vorliegt (S. Sitzungsb. der Wien. Akad. Juli 1857). Der neueste Autor *H. Munk* endlich, stellt wie *Häckel* ein Quer- und Längsbindemittel für die Fleischtheilchen (Kügelchen, *Munk*) auf, betrachtet jedoch beide als identisch und aus derselben chemischen Substanz bestehend. Diese Bindemittel (Grundsubstanz *M.*) sollen sich in kaltem Wasser lösen, in heissem gerinnen. Eine Lösung derselben bewirken ferner concentrirte und sehr verdünnte (von 1% an) Mineralsäuren und Chromsäure, Essigsäure, kaustische Alkalien, sehr verdünnte

Neutralsalzlösungen, wogegen die *Sarcous elements*, abgesehen davon, dass sie in höchst verdünnten Säuren, sehr verdünntem Alkohol und eben solchen Neutralsalzlösungen etwas aufquellen und in concentrirten Salzlösungen etwas schrumpfen, von den angegebenen Reagentien auf keine Weise weder angegriffen noch verändert werden. — Von den höchst merkwürdigen physiologischen Auffassungen von *Munk* führe ich nur so viel an, dass nach ihm die Fleischtheilchen bei der Contraction ohne Formänderung in der Längsrichtung sich anziehen, in der Querrichtung sich abstossen, während die Grundsubstanz ganz passiv in der Querrichtung mehr sich ansammelt, in der Längsdimension abnimmt. — Nach *Munk* sind die Fleischtheilchen die peripolar electrischen Molekeln *Du Bois's* [!] und können als Nervenendigungen, als kleine Ganglien angesehen werden [!!].

Wie man sieht, lohnt es sich mit Hinsicht auf die physiologischen Anschauungen wohl der Mühe den feineren Bau der Muskelfibrillen sorgfältig zu verfolgen und will ich daher noch etwas bestimmter als im §. selbst auseinander setzen, warum ich immer noch, und zwar gestützt auf eine Reihe erneuter Beobachtungen, an meiner bisherigen Ansicht festhalte, dass die *Sarcous elements* der Autoren nicht präformirte Theile der Fibrillen oder Muskelfasern sind. Meine Gründe sind folgende:

1) Die dunklen Querstreifen oder stark brechenden Zonen sind sowohl an lebenden als todten Muskeln in ihrer Grösse sehr veränderliche Bildungen. Wären diese Zonen von Theilchen gebildet, die eine bestimmte constante Grösse besitzen wie die angenommenen *Sarcous elements*, so müssten dieselben an todten Muskelfasern immer dieselbe Stärke (Länge) zeigen. Nun bieten dieselben aber unter gleichen äussern Verhältnissen Schwankungen von einer solchen Grösse dar, dass meiner Meinung nach nicht daran zu denken ist, dieselben in der beliebten Weise zu erklären. Am überzeugendsten und schönsten zeigen sich diese Differenzen bei Insecten und Krebsen, bei denen die dunklen Zonen in den einen Fällen als zarte meist unter 0,0005''' messende Querlinien erscheinen, während sie in andern bis zu 0,0015''' betragen, ja selbst, wie ich bei *Gryllotalpa* sah, in einzelnen Fällen bis zu 0,003''' ansteigen. Aber auch bei Wirbelthieren finden sich Unterschiede, nur stehen hier die Extreme um geringere Grössen von einander ab. Dasselbe wie an todten zeigt sich auch an lebenden noch irritablen Muskelfasern, nur ist bei diesen die Verschiedenheit der dunklen Zonen vorzüglich von dem Contractionszustande abhängig. Hat man Gelegenheit Muskeln unter dem Mikroskop sich contrahiren zu sehen, so überzeugt man sich in günstigen Fällen mit Bestimmtheit, dass im verkürzten Muskel die dunklen Zonen breiter und näher, im schlaffen zarter und entfernter sind[1], was wenigstens gegen *Munk's* Annahme von Fleischtheilchen von stets gleichbleibender Grösse spricht.

2) Bei vielen Thieren, deren Muskelfasern quergestreift sind, kommen unter gewissen Verhältnissen Fasern und Fibrillen vor, an denen man auch mit den besten Vergrösserungen keine Abwechselung von dunklen und hellen Zonen, m. a. W. keine Querstreifen sieht. Da diese Thatsache jedem Mikroskopiker bekannt sein wird, so will ich nur bemerken, dass Thoraxmuskeln von Insecten und leicht macerirte Muskeln von Krebsen am geeignetsten sind, um glatte Fibrillen zu demonstriren. Dass dieses Factum gegen die Praeexistenz von besondern und namentlich von zweierlei Fleischtheilchen spricht, leuchtet von selbst ein.

3) Die Zahl der dunklen Zonen ist an den Fibrillen eines und desselben Geschöpfes eine veränderliche. Schon in meiner Mikr. Anat. II. 1. Fig. 78. *b*, in diesem Handb. Fig. 110 findet sich eine Fibrille einer Fliege abgebildet, die stellenweise stärkere und schwächere Querstreifen besitzt. Verfolgt man diese Fibrillen sorgfältiger, so zeigt sich bald, dass vielen derselben die schwächeren Streifen fehlen während bei noch andern die sonst schwächeren Streifen ebenso stark ausgeprägt sind wie die andern, und zwar sind die letztern Fibrillen offenbar mehr contrahirt, die ersteren erschlafft. Ganz dasselbe fand ich auch an den durch Maceration isolirten Fibrillen des Krebses. Ferner sieht man an mit $\bar{A}$ behandelten Froschmuskelfasern oft zwi-

schen den gewöhnlichen Querstreifen noch andere und zwar je einen in einem Zwischenraum entstehen. Auch wenn Natron zu Muskelfasern gesetzt wird, treten vor dem gewöhnlichen Erblassen und Auseinanderfliessen derselben oft so dichte und feine Querlinien auf, dass man mit Bestimmtheit sagen kann, dass dieselben vorher nicht in dieser Zahl vorhanden waren. Wenn ich nun auch den beiden letztgenannten Thatsachen nicht denselben Werth beimesse wie den ersten, so beweisen doch auch sie, dass das Auftreten der Querstreifen nicht mit Nothwendigkeit an einen bestimmten Bau der Muskelfasern gebunden ist.

4) Die isolirbaren Fleischtheilchen entsprechen bei den einen Thieren den dunklen Zonen der Fibrillen, bei andern den hellen Abschnitten derselben. Ein, wie ich sagen zu dürfen glaube, sorgfältiges Studium der Fibrillen des Flusskrebses hat mir das allerdings überraschende Ergebniss geliefert, dass bei diesem Thiere die Muskelfasern, wenn sie der langsamen Zersetzung überlassen werden, so auseinander fallen, dass schliesslich nur die hellen Zonen als isolirte Theilchen übrig bleiben. Da die Fig. 96 dieses Zerfallen hinreichend deutlich wiedergiebt, so will ich nur bemerken, dass, nach *Harting's* Abbildungen zu schliessen, ein ähnliches Zerfallen auch den Thoraxmuskeln der Insecten zukommt.

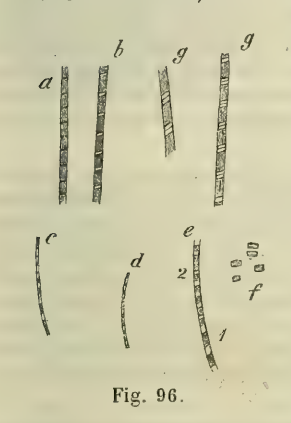


Fig. 96.

5) Endlich bemerke ich noch, dass ich die von allen neuern Autoren und am meisten von *Munk* betonte chemische Differenz der hellen und dunklen Zonen nicht zugeben kann. Nach meinen Erfahrungen verhalten sich die dunklen Zonen gegen Reagentien ebenso wie die hellen und rührt die von *Munk* behauptete ungemeine Resistenz der *Sarcous elements* gegen alle Reagentien von einer Verwechselung derselben mit den interstitiellen Körnern her, die dieser Autor gar nicht erwähnt und gar nicht zu kennen scheint. Ich gebe zu, dass die Mittel, die *Discs* isoliren, wie z. B. verdünnte Salzsäure, die hellen Zonen rascher angreifen, man würde jedoch sehr irren, wollte man hieraus schliessen, dass diese Agentien den *Discs* nichts anhaben. Man verfolge nur die Einwirkung derselben etwas länger und man wird bald finden, dass sie etwas später auch die *Discs* zerstören. Ebenso verhält es sich mit den kaustischen Alkalien, der Maceration etc. und findet sich somit nur ein meist kurzer Unterschied in der Zeit, der sich bei meiner Auffassung leicht erklärt, wenn man erwägt, dass nach derselben die dunklen Zonen dichtere Stellen der Fibrillen sind. Beim Krebs habe ich übrigens durch $\bar{A}$ auch *Discs* isolirt, die aus zwei hellen und einer dunklen Zone bestanden.

Alle diese Thatsachen führen zur Annahme, dass die Fibrillen nicht aus besondern kleinsten Theilen von messbarer Grösse bestehen, sei es, dass man dieselben alle als gleichartig ansehe, wie *Bowman*, oder als von zweierlei Art, wie *Dobie* und die Neuern, sondern vielmehr in ihrer ganzen Länge aus einer und derselben Substanz zusammengesetzt sind, in welcher unter bestimmten Verhältnissen dichtere und minder dichte Stellen sich bilden, eine Auffassung, die um so berechtigter erscheint, wenn man diese Frage von einem ganz allgemeinen Standpunkte ins Auge fasst und erwägt, dass bei einer

Fig. 96. Fäserchen, wie man sie bei der natürlichen Maceration der Muskelfasern des Flusskrebses erhält, von denen nur die feinsten wirkliche Fibrillen sind. *a.* Fäserchen mit schmalen dunklen Querstreifen, wie sie normal an den Bündeln sich finden. *b.* Ebensolche, in der Gegend der Querstreifen hell geworden. *c, d.* Wirkliche Fibrillen, im Zerfallen in grössere und kleinere Theilchen begriffen, die nicht den früheren dunklen, sondern den hellen Zonen entsprechen. *e.* Ein dito Fäserchen, bei 1 mit grösseren, bei 2 mit kleineren Segmenten, alle den hellen Zonen entsprechend. *f.* Die Theilchen, die endlich aus dem Zerfallen solcher hervorgehen; *g. g.* Fäserchen, bei denen die hell gewordenen dunklen Zonen in der Mitte noch eine dunkle Linie zeigen.

sehr grossen Zahl von Muskelfasern (contractile Faserzellen, Muskeln, fast aller unter den Gliederthieren stehender Wirbellosen) und den andern contractilen Elementen (Samenfäden, Wimpern) von besonderen feineren Elementen nichts zu sehen ist. Die interessanten Entdeckungen *Brücke's*, denen zufolge nur die dunklen Zonen der Muskelfasern doppeltbrechend sind, widersprechen, wie mir scheint, meiner Auffassung des Baues der Fibrillen nicht, indem auch ich an den Fibrillen Stellen mit grösserem Aggregatzustande annehme und solche von geringer Dichtigkeit. — Sehr wichtig erscheint die von *Brücke* gemachte Beobachtung, dass jede dunkle Zone einer Muskelfibrille oder jedes *Sarcous element* der Autoren eine ganze Gruppe kleiner doppeltbrechender Körper repräsentire, für welche *Br.* den Namen Disdiaklasten vorschlägt, indem hierdurch neben den Aufschlüssen, welche das Studium der electrischen Erscheinungen der Muskelfasern durch *Du Bois* schon gegeben hat, eine zweite neue Bahn zur Erkenntniss des feinsten Baues dieser Elemente sich eröffnet. — Nach meiner Auffassung des Baues der Muskelfasern würden übrigens auch die hellen Zonen der Fibrillen solche Disdiaklasten enthalten, jedoch in einer solchen Anordnung, dass sie nicht als Gruppen zur Anschauung kommen, in ähnlicher Weise, wie *Brücke* von den glatten Muskelfasern es annimmt.

Man glaubte früher allgemein, dass die Fibrillen auch an Querschnitten von Muskeln gesehen werden, bis vor kurzem *Leydig* (l. i. c.) dies läugnete und die vermeintlichen Querschnitte von Fibrillen für kleine Hohlräume erklärte. Ich habe jedoch gezeigt, dass wenigstens bei Fröschen und bei den Thoraxmuskeln der Insecten (S. auch *Harting* IV. Tab. III. Fig. 32) die Querschnitte der Fibrillen wirklich zu sehen sind, womit auch *Welcker* für den Frosch übereinstimmt. Bei den andern Thieren ist die Sache zweifelhaft, indem man auf Querschnitten zwar nicht Lücken, wie *Leydig* meint, wohl aber die interstitiellen Körnchen erkennt und nicht leicht zu sagen ist, was auf Rechnung dieser oder der Fibrillen kömmt. Doch habe ich auch an isolirten *Discs* von Säugern an Flächenansichten die Fibrillen bestimmt gesehen.

Wie eben erwähnt hat *Leydig* in den Muskelfasern ein besonderes System und zwar von gezacktrandigen Hohlräumen, ganz ähnlich den Bindegewebskörperchen, beschrieben, von dem er annimmt, dass es das *Plasma sanguinis* zwischen die primitiven Fleischtheilchen leite, worauf ich dann zeigte, dass Verwechslungen mit gewissen Elementen der Muskelfasern zu dieser Behauptung Veranlassung gegeben haben (Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII). Da *L.* hierauf mich einer Verdrehung seiner Beobachtungen für schuldig erklärte (Canst. Jahresb. f. 1857), so sehe ich mich veranlasst zu bemerken, 1) dass *L.*, als er seine Abhandlung schrieb, von der grossen Zahl schöner bläschenförmiger Kerne mit *Nucleolis* in den Muskeln (S. ds. Handbuch 1. Aufl, p. 169) nichts wusste oder denselben wenigstens keine Beachtung schenkte, und so dazu kam die durch Essigsäure veränderten Kerne für besondere gezacktrandige Hohlräume zu erklären, die zuweilen Kernrudimente enthalten und 2) dass *L.'s* feinere Canäle nichts anderes als die ihm verborgen gebliebene von mir sogenannte interstitielle Körnersubstanz sind. Dass diese interstitiellen Körner in Lücken zwischen den Fibrillen liegen, ist klar und versucht *L.* sich aus diesem Grunde das Recht zu vindiciren, allein diese Lücken sieht man nicht, sondern man erkennt nur die in ihnen enthaltenen Körner, welche für Hohlräume gehalten zu haben kein besonderes Verdienst begründet. — An aufgequollenen Enden von Muskelfasern weichen die Fibrillen oft so auseinander, dass grössere Klüfte und Spalten zwischen ihnen entstehen, Bildungen, die mit dem, was normale Fasern zeigen, nicht zu verwechseln sind.

Die interstitiellen Körner der Muskelfasern finden sich schon bei *Henle* besonders vom Herzen erwähnt (Allg. Anat. p. 580) und waren auch mir schon seit längerer Zeit vom Frosche und den Insecten bekannt (Mikr. Anat. II. 1. p. 204), doch wurde erst viel später von mir die grosse Verbreitung und das constante Vorkommen dieser Körner bei vielen Thieren und auch beim Menschen nachgewiesen (Zeitschr. f. w. Zool. VIII). Es scheinen mir diese Körner alle Beachtung zu verdienen, namentlich auch desswegen, weil wahrscheinlich sie es sind, die in die längst bekannten Fettkörnchen der Muskelfasern sich umwandeln. Dieselben finden sich bei allen 4 Wirbelthierclassen und auch

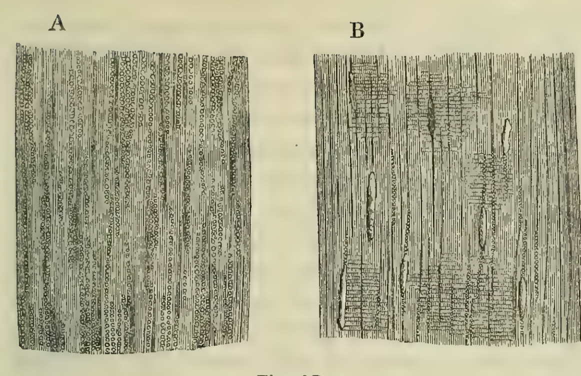


Fig. 97.

beim Menschen oft in ungeheurer Menge, wie namentlich im Herzfleisch und bei Amphibien, dann auch in den Thoraxmuskeln der Insecten und in den Muskeln des Krebses. Beim Frosch zeigen sie eine bedeutende Resistenz gegen kaustische Alkalien und Essigsäure und erscheinen frisch oder nach Zusatz ersterer in ihren natürlichen Verhältnissen als blasse Körnchen fast von der Grösse der sog. *Sarcous elements*, wogegen sie nach Essigsäure, in Folge der Compression durch die quellenden Fibrillen als feine, dunkleren elastischen Fäserchen ähnliche Streifen zum Vorschein kommen. Bei Insecten (*Musca*) sind dieselben nachweisbar Bläschen, die in Wasser schön aufquellen.

Die Kerne der Muskelfasern liegen bei manchen Geschöpfen (Amphibien, Fische) durch die ganzen Muskelfasern zerstreut, bei andern (Vögel z. Th., Säuger, Mensch) an der Oberfläche der Bündel, innen am *Sarcolemma.* Bei den Tauben und Hühnervögeln finden sich nach *Rollett* beide Verhältnisse und bei Amphibien sah ich auch Bündel, bei denen die Kerne einzig und allein im Centrum derselben sich fanden.

Das *Sarcolemma* scheint nicht ganz structurlos zu sein, wenigstens finde ich dasselbe bei einer neuerdings vorgenommenen Untersuchung bei *Siredon* (auch bei *Rana*, doch minder deutlich) von der Fläche äusserst fein und dicht punktirt und an Falten manchmal schwach streifig, doch wage ich nicht zu sagen, ob diese Bilder auf Poren zu beziehen sind oder nicht.

§. 81.

Die Vereinigung der Muskelfasern geschieht am Stamme und den Extremitäten im Allgemeinen so, dass dieselben, meist ohne sich zu theilen und netzförmig zu verbinden, zu prismatischen Bündeln von der Länge der ganzen Muskeln neben einander sich legen. Diese sogenannten secundären Muskelbündel werden jedes von einer besondern bindegewebigen Hülle umschlossen und zu mehreren durch stärkere Hüllen zu tertiären Bündeln vereint, die dann schliesslich in grösserer oder geringerer Zahl zu den einzelnen Muskelbäuchen und Muskeln sich verbinden. Legen sich die Muskelbündel in der Fläche aneinander, so entstehen die hautartigen Muskeln, geschieht dies in der Dicke, die strangförmigen. Demnach sind die Muskeln Aggregate von vielen grösseren und kleineren secundären und tertiären Bündeln, deren Scheiden oder das *Perimysium* ein zusammenhängendes System bilden, an welchem man den äusseren, den ganzen Muskel umgebenden Theil als *Perimysium externum* oder Muskelscheide, *Va-*

Fig. 97. *A.* Muskelfaser des Frosches frisch in *Humor vitreus*, um die interstitiellen Körner zu zeigen. *B.* Eine solche getrocknet in Wasser aufgeweicht und mit stärkerer Essigsäure behandelt. Kerne geschrumpft, zackig, Reihen interstitieller Körner comprimirt, wie elastische Fasern aussehend. 350mal vergr.

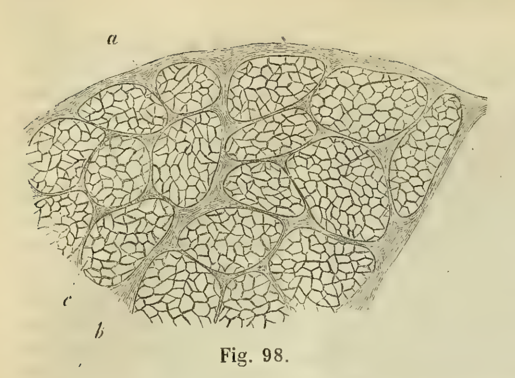


Fig. 98.

gina muscularis, im engern Sinne von den inneren, die stärkeren und schwächeren Bündel und die Muskelfasern direct umschliessenden Elementen, dem *Perimysium internum*, unterscheidet. — Die Stärke der secundären Muskelbündel variirt von $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{2}'''$; die der tertiären und noch grösseren Bündel, die am deutlichsten an den Muskeln mit grober Faserung *(Glutaeus maximus, Deltoideus)* erscheinen, ist so wechselnd und zugleich die Zerfällung der Muskeln in diese entfernteren Bestandtheile so sehr der Willkühr unterworfen, dass sich nichts Specielles über dieselbe sagen lässt.

Die Muskelscheiden oder Bindegewebshüllen der Muskeln, das Perimysium, die den doppelten Zweck haben, die Gefässe und Nerven der Muskeln zu tragen und die Muskelfasern zu verbinden und in ihrer Thätigkeit zu unterstützen, sind, je nach dem sie grössere oder kleinere Gruppen von Muskelbündeln umgeben, von verschiedener Dicke, immer jedoch zarte, mattweisse, nicht glänzende Hüllen, welche aus gewöhnlichem Bindegewebe und feinen isolirten oder anastomosirenden elastischen Fasern von höchstens 0,001''' bestehen, welche letztern besonders in dem *Perimysium externum* in grosser Zahl sich finden, so dass dasselbe mit Fug und Recht als eine zur Hälfte elastische Hülle betrachtet wird und hiernach auch in seinen Verrichtungen zu bemessen ist. In allen Muskeln, besonders in solchen mit lockerem Gefüge, kommen im Perimysium auch Fettzellen gewöhnlicher Art (häufig mit schönen Fettkrystallen) in einer gewissen Zahl vor und können dieselben bei fetten Leuten bis in die innersten Theile sich finden.

Es galt bisher als Gesetz, dass die Muskelfasern ebenso lang seien als die secundären Bündel; nun hat aber vor kurzem *A. Rollett* nachgewiesen, dass bei allen Wirbelthierclassen mitten in den Muskeln drin spitze Enden von Fasern vorkommen, welche an gekochten und in Glycerin gelegten Präparaten am leichtesten gefunden werden. Fasern mit zwei spitzen Enden konnten dagegen nicht nachgewiesen werden. Ich kann diese Angaben, die ganz gut mit den neuesten Daten der Entwickelungsgeschichte harmoniren, bestätigen, doch habe ich zu bemerken, dass in kleinen Muskeln die Fasern ebenso lang sind als die secundären Bündel. Sehr bestimmt überzeugte ich mich hiervon an den Rumpfmuskeln der Fische, dann auch an den Extremitätenmuskeln der Fledermaus, an denen, nachdem sie einen Tag in Salzsäure von 1 per mille gelegen hatten, viele Fasern von einem Ende bis zum andern sich verfolgen liessen. Doch betrugen hier die längsten Fasern, die ich von einem gefiederten Muskel maass, nicht mehr als $\frac{1}{10}'''$. Ebenso scheinen mir in dem kleinen Hautmuskel der Brust des Frosches alle Fasern so lang zu sein, als der ganze Muskel, und Aehnliches wird sicherlich noch bei andern kleinen Muskeln sich herausstellen. Interessant wäre es zu wissen, ob in irgend einem Muskel Fasern vorkommen, die an beiden Enden spitz zulaufen, oder ob die Fasern immer an einem Ende wenigstens mit der Sehne verbunden sind.

Fig. 98. Querschnitt aus dem Kopfnicker des Menschen, 50mal vergr. *a.* Aeusseres Perimysium. *b. Perimysium internum.* *c.* Primitivbündel und secundäres Muskelbündel.

In der Brustmuskulatur der Taube sollen nach *Munk* Theilungen der Muskelfasern sich finden und zwar besitzt nach diesem Autor die Stammfaser constant nur eine Reihe von Kernen im Innern, während ihre Aeste die Kerne wie gewöhnlich am Sarcolemma zeigen.

§. 82.

Verbindung der Muskeln mit anderen Theilen. Mit den beweglichen Gebilden, den Knochen, Knorpeln, den Gelenkkapseln, der Haut u. s. w. sind die Muskelfasern theils direct, theils durch Vermittelung von fibrösen Elementen, den Sehnen, Sehnenhäuten, gewissen Abschnitten der Muskelbinden und Bänder (*Lig. interossea*, *Membr. obturatoria*) verbunden. — Die Muskeln, welche ganz oder an dem einen oder andern Ende ohne Vermittelung von Sehnen sich befestigen, bilden im Ganzen die geringere Zahl. Wo Muskelfasern direct von Knochen entspringen (*Obliqui*, *Iliacus*, *Psoas*, *Glutaei* etc.) und von Knorpeln herkommen (*Transversus abdominis*, *Diaphragma*) oder unmittelbar an solche sich ansetzen (*Serrati*, *Omohyoideus*, *Sternohyoideus*, Ohrmuskeln), gehen dieselben immer nur bis an das Periost oder Perichondrium und enden an diesen Häuten stumpf zugespitzt, ohne in deren Fasern sich fortzusetzen oder gar mit den Knochen und Knorpeln in unmittelbare Berührung zu kommen. Gehen Muskeln an die Haut, so liegen sie entweder ohne directen Zusammenhang flach unter derselben oder strahlen mit divergirenden grösseren oder kleineren Bündeln (Gesichtsmuskeln) in dieselbe aus, wobei sie wenigstens hie und da unmittelbar an die bindegewebigen Streifen derselben sich anzusetzen scheinen, ohne dass sich bisher der Zusammenhang beider genau verfolgen liess.

§. 83.

Die Sehnen, Flechsen, *Tendines*, sind glänzend, weiss oder ins Gelbliche spielend, fast ganz aus Bindegewebe gebildet und zerfallen mit Bezug auf ihre Gestalt in strangförmige, eigentliche Sehnen, und in hautartige, Aponeurosen (*Centrum tendineum*, *Galea*, Sehnen der Bauchmuskeln, *Latissimus*, *Cucullaris* etc.). Beide Formen sind, wie in ihrem äussern Verhalten nicht scharf von einander geschieden, so auch in ihrem Baue im Wesentlichen vollkommen gleich und bestehen aus Bindegewebe, das durch den parallelen Verlauf seiner Elemente, ihre feste Vereinigung und die Armuth an elastischen Fasern sich auszeichnet. Die Elemente des Bindegewebes, die Fibrillen, sind an frischen Sehnen leicht zu sehen, wie überall sehr fein. In strangförmigen Sehnen verlaufen sie zierlich wellenförmig, alle ganz gleichmässig und der Längsaxe der Sehne parallel und liegen im frischen Zustande so dicht beisammen, dass eine Demonstration von Primitivbündeln nicht leicht ist. Doch sind auch hier solche von 0,006—0,008‴ Breite und rundlich polygonaler Gestalt vorhanden, wie vorzüglich Querschnitte getrockneter Sehnen, namentlich auch bei Zusatz von Alkalien lehren, aber *in natura* so fest mit einander vereint, dass sie nicht zu isoliren sind.

Ganz deutlich sind dagegen auch an frischen eigentlichen Sehnen secundäre und tertiäre Bündel (Fig. 99). Es ziehen nämlich durch das Seh-

nengewebe zarte Scheidewände eines mehr lockeren Bindegewebes, welche, indem sie alle miteinander zusammenhängen und ein continuirliches System paralleler Röhren bilden, die Sehnenfibrillen, resp. Primitivbündel derselben, in viele grössere oder kleinere Gruppen zerfallen. Ganz deutlich unterscheidet man secundäre Bündel von meist polygonaler, auch wohl rundlicher, oder länglicher Gestalt und einem Durchmesser von 0,03—0,05‴ und tertiäre Bündel mit polygonalen Contouren von 0,1—0,5‴ und darüber Dicke, und etwas stärkeren Scheidewänden als Begrenzung; meist treten auch noch grössere Abschnitte aus vielen tertiären Bündeln zusammengesetzt hervor und bilden dann, in sehr verschiedener Zahl und Gruppirung, fest vereint und noch durch eine gemeinsame Hülle von lockerem Bindegewebe verbunden, die Sehne selbst. Die **Aponeurosen** haben entweder dieselbe Zusammensezzung wie die eigentlichen Sehnen und bestehen aus einigen Schichten in der Fläche nebeneinanderliegender, paralleler, secundärer Bündel, oder sie gleichen mehr den fibrösen Häuten und besitzen nach zwei oder mehr Richtungen sich kreuzende primäre und secundäre Bündel (Bauchmuskeln, Zwerchfell).

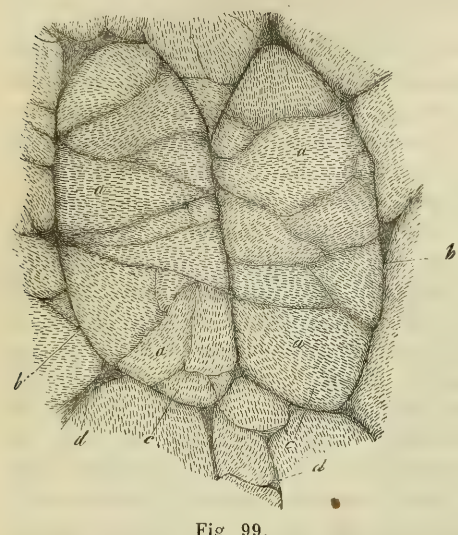


Fig. 99.

In den secundären Bündeln aller Sehnen finden sich **feine elastische Fasern** (sog. Kernfasern) in verschiedenen Entwickelungszuständen, bald als Reihen spindelförmiger schmaler, durch feine Ausläufer verbundener Zellen (Saftzellen), bald als fertige, überall gleichbreite Fasern oder als isolirte Spindelzellen. Die Anordnung dieser Elemente ist überall gleich und verlaufen dieselben in regelmässigen Abständen parallel den Bindegewebsbündeln zwischen denselben, so dass man auf Sehnenquerschnitten die dunklen Endflächen der elastischen Fasern in constanten Entfernungen von 0,007—0,008‴ über den ganzen Schnitt zerstreut sieht. Ausser diesen stärkern elastischen Zügen von 0,0005—0,001‴

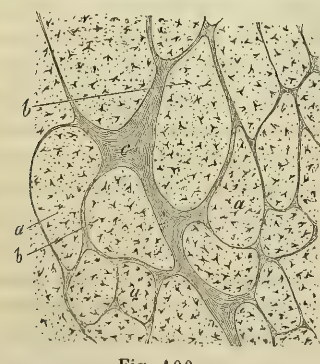


Fig. 100.

Fig. 99. Querschnitt einer Sehne des Kalbes, 20mal vergr. *a.* Secundäre Bündel, *b.* tertiäre, *c.* Kernfasern nicht ganz im Querschnitt, sondern als Strichelchen in den ersteren, *d.* interstitielles Bindegewebe.

Fig. 100. Sehne des *Tib. post.* des Menschen, 60mal vergr. *a.* Secundäre Bündel. *b.* stärkere Kernfasern, *c.* interstitielles Bindegewebe.

finden sich aber in den meisten, vielleicht in allen Sehnen noch ganz feine Fäserchen von 0,0002—0,0004''', welche die erstern mannichfach unter einander in Verbindung setzen, so dass eigentlich in jeder Sehne ein elastisches Netzwerk die Bindegewebsbündel durchzieht und umspinnt. Auch diese Fäserchen unterscheidet man am Querschnitt als feine dunkle Punkte oder feine von den groben Querschnitten ausstrahlende Linien (Fig. 100) und noch deutlicher erkennt man sie an Längsschnitten, an denen überhaupt das ganze hier besprochene Fasersystem sehr gut zur Anschauung kommt. An solchen ergiebt sich auch, dass überall, wo die Bildungszellen derselben oder die Saftzellen noch eine gewisse Selbständigkeit haben, in denselben schöne verlängerte Kerne sich finden. — Ausser diesen elastischen Fasern enthalten die Sehnen auch noch an gewissen Orten Knorpelzellen (siehe unten), ferner auch gewöhnliche Fettzellen, namentlich in mehr lockeren Sehnen, wie in den Sehnenstreifen der *Musculi intercostales*, des *Triangularis sterni*, *Masseter* etc.

Das quergebänderte Aussehen der Sehnen, das den Atlasglanz derselben bewirkt, rührt einfach von den wellenförmigen Biegungen ihrer Fibrillen, die durch die ganzen Bündel aufeinandertreffen, her; dasselbe verschwindet, wenn dieselben stark ausgedehnt werden, und ist nur ein Ausdruck der ihnen innewohnenden Elasticität, welche im relaxirten Zustande ins Leben tritt.

Die primären Sehnenbündel sieht man nach *Donders* und *Mulder* in einem mit Kali behandelten Querschnitte; dasselbe scheidet nach ihnen die secundären Bündel in kleinere, die alle aus 5—10 Primitivbündeln bestehen. Ich erkenne die primären Bündel beim Menschen und bei Säugethieren schon an aufgeweichten Querschnitten trockener Sehnen, wenn auch zart contourirt, ganz deutlich. Das Bild, das man erhält, ist wie ein matter Abglanz dessen, was die Querschnitte von Muskeln zeigen. Ja selbst die Fibrillen lassen sich so an in Wasser oder besser verdünnter Essigsäure erweichten Querschnitten trockner Sehnen nachweisen, was für die Frage von der Praeexistenz der Bindegewebsfibrillen entscheidend ist. Man sieht nämlich, wenn auch nicht in allen, doch in den meisten Fällen eine ganz regelmässige und feine Punktirung, fast so wie an Muskelfasern (Fig. 92) nur etwas undeutlicher. Die Körnchen sind blass, rund, von dem Durchmesser der Sehnenfibrillen, die man auf andere Weise sich verschafft, und können nichts anderes als die Querschnitte derselben bedeuten (s. §. 28).

§. 84.

Verbindungen der Sehnen mit andern Theilen. Die Sehnen verbinden sich einerseits mit den Muskeln, andrerseits mit den verschiedenen von ihnen bewegten Theilen. Die erstere Vereinigung geschieht, wie schon das blosse Auge unterscheidet in den einen Fällen so, dass Sehnen und Muskeln geradlinig ineinander übergehn, in den andern dadurch, dass die Muskelfasern mit abgerundeten Enden unter spitzen Winkeln an die Ränder und Flächen von Sehnen und Aponeurosen anstossen, wie bei den gefiederten Muskeln. Die mikroskopischen Verhältnisse sind in diesen beiden Fällen sehr verschieden. Im ersteren gehen die Muskelbündel unmittelbar in Sehnenbündel über, in der Weise, dass keine scharfe Grenze zwischen den beiderlei Gebilden existirt und das ganze Bündel von Muskelfibrillen in ein ungefähr

gleichstarkes Bündel von Sehnenfäserchen sich fortsetzt (Fig. 101). So absonderlich es auch klingen mag, so muss ich doch, soll ich den Eindruck bezeichnen, den solche Muskel- und Sehnengrenzen auf mich machen, sagen, dass es der eines continuirlichen Zusammenhanges der Muskel- und Sehnenfibrillen ist. — Wo die Muskelbündel unter schiefen Winkeln an Sehnen und Aponeurosen stossen, findet sich in vollem Gegensatze zu dem beschriebenen Verhalten häufig eine scharfe Grenze zwischen Muskel und Sehne (Fig. 102). Hier nämlich enden die Muskelfasern wirklich, meist schief abgestutzt mit leicht kegelförmig vortretender Endfläche, seltener merklich zugespitzt, obschon immer noch abgerundet, und setzen sich unter mehr oder weniger spitzen Winkeln an die Flächen der Sehnen und Aponeurosen und an die Ränder der erstern an. Nichts destoweniger ist die Verbindung auch hier eine recht innige. Es senken sich nämlich die Enden der

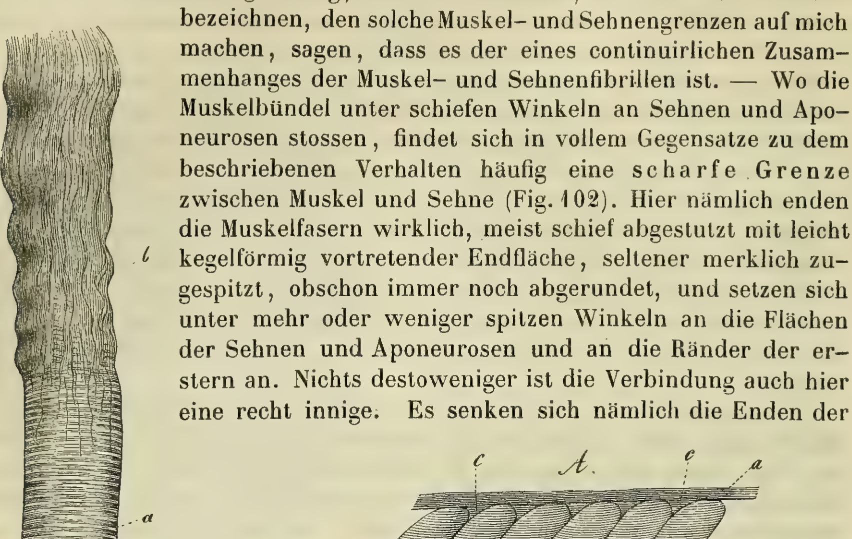


Fig. 101.

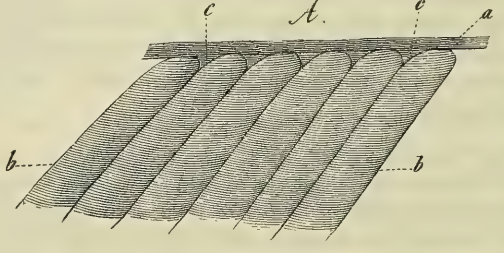


Fig. 102.

Primitivbündel in kleine Grübchen der Sehnenoberfläche ein, während zugleich auch das Bindegewebe zwischen denselben *(Perimysium internum)* continuirlich in dasjenige der Oberfläche der Sehne übergeht. Am besten überzeugt man sich von diesen Verhältnissen an Muskeln, die lange Zeit in Spiritus lagen oder an gekochten, an denen auch hie und da die schlauchförmige blinde Endigung des Sarcolemma mit Bestimmtheit zu sehen ist. — Das letztbeschriebene Verhalten findet sich überall, wo Muskelbündel und Sehnen schief aneinanderstossen, mithin bei allen halb und ganz gefiederten Muskeln, bei denen, deren Ansatzsehnen membranös beginnen *(Soleus, Gastrocnemius* z. B.) und die von den Flächen von Fascien, Knochen und Knorpeln entspringen. Wo dagegen Aponeurosen oder Sehnen mit ihren Elementen geradlinig an Muskeln anstossen, kommt vorzugsweise ein wirklicher Uebergang der Sehnenbündel in Muskelfasern vor, doch nicht immer, denn man findet öfter auch bei scheinbar geradlinigem Uebergang von Muskeln in Sehnen eine schiefe

Fig. 101. Ein Primitivbündel *a.* aus einem *Intercostalis internus* des Menschen in ein Sehnenfascikel *b.* continuirlich und ohne scharfe Grenze übergehend, 350mal vergr.

Fig. 102. Verhalten der Muskelfasern bei schiefem Ansatz von Sehnen vom Gastrocnemius des Menschen, 250mal vergr. *a.* Ein Theil der Sehne im Längsschnitt, *b.* Muskelfasern mit leicht conischen oder abgestutzten Enden an die innere Fläche der Sehne in Grübchen befestigt, an deren Rand das *Perimysium internum c.* sich ansetzt.

Ansetzung der ersteren mit freien Enden, jedoch unter sehr spitzen Winkeln, so namentlich da, wo Sehnen tief ins Muskelfleisch hineingehen und hier in einzelne Bündel sich zertheilen. Nach dem was ich bisher gesehen habe, giebt es viele Muskeln, bei denen alle mit Sehnen verbundenen Bündel frei beginnen oder enden und wohl kaum einen, bei dem dies nicht bei einer grösseren oder geringeren Zahl von Bündeln der Fall ist, woher es denn auch vorzüglich herzuleiten ist, dass die Sehnen meist einen viel geringeren Durchmesser haben als die Muskeln.

Ausser mit Muskeln verbinden sich die Sehnen auch noch mit Knochen, Knorpeln, fibrösen Häuten (*Sclerotica, Vagina nervi optici*, Sehnen, die in Fascien ausgehen), Bändern und Synovialhäuten (*Subcruralis* z. B.). Mit den erstgenannten Theilen geschieht die Vereinigung entweder indirect, unter Mithülfe des *Periosteum* und *Perichondrium,* in deren gleichartige Elemente die Sehnenfasern meist continuirlich überzugehen oder sie zu verstärken scheinen, oder direct. Im letztern Falle (*Tendo Achillis,* Sehnen des *Quadriceps, Pectoralis major, Deltoideus, Latissimus, Iliopsoas,* der *Glutaei* etc.) stossen die Sehnenbündel unter schiefen oder rechten Winkeln an die Oberfläche der Knochen und haften ohne Mithülfe von Periost, das an solchen Stellen gänzlich mangelt, allen Erhebungen und Vertiefungen derselben genau an (Fig. 103). Häufig besitzen die Sehnen da, wo sie an Knochen grenzen, in einer gewissen Aus-

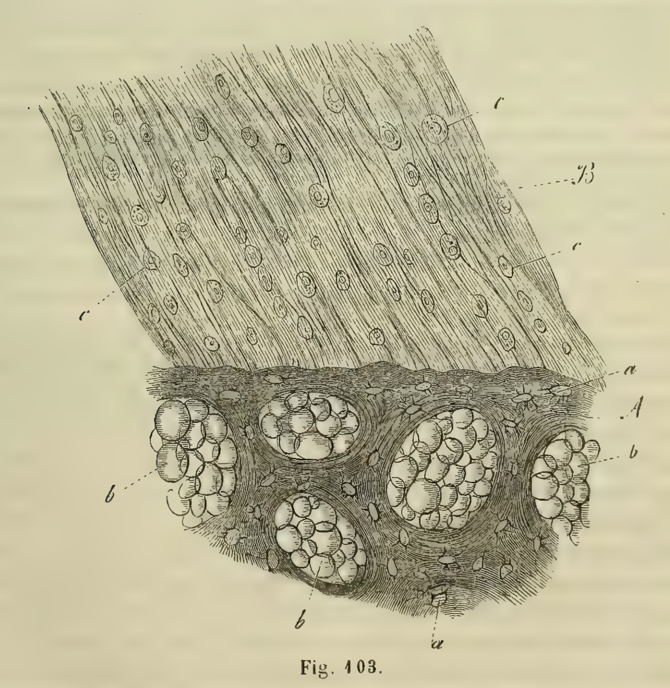


Fig. 103.

Fig. 103. Ansatz der Achillessehne ans Fersenbein von einem 60jährigen Manne 300mal vergr. *A*. Knochen mit Lacunen *a*., Markräume und Fettzellen *b*. *B*. Sehne mit Sehnenfibrillen und Knorpelzellen *c*.

dehnung isolirte oder in kleinen Reihen beisammenliegende zierliche Knorpelzellen. Ausnahmsweise sah ich auch die Sehnenfibrillen an ihrer Grenze gegen den Knochen mit Kalksalzen in Gestalt von Körnchen ganz incrustirt (verknöchert). In fibrösen Häuten verlieren sich die Sehnen ganz unmerklich, ohne Unterbrechung der Continuität *(Tensor fasciae, Biceps brachii)*.

Für den Menschen muss ich mit Bestimmtheit leugnen, dass irgendwo bei geradliniger Fortsetzung von Muskelfasern in Sehnenfasern die Sehnenbündel nur mit dem Sarcolemma zusammenhängen *(Reichert)*, wovon ich auch beim Flusskrebs, ebenso wenig wie neulich *Häckel* (l. c. p. 543) mich nicht überzeugen konnte, während andere Geschöpfe mit Sicherheit dasselbe mir darboten wie der Mensch, so namentlich der Frosch, an dessen Larven man bei geringer Pigmententwickelung im Schwanze ganz deutlich die Uebergänge der häufig in 3—5 Zacken getheilten Muskelfaserenden in eben so viele kleine Sehnen übersieht. Auch an den Rumpfmuskeln des Stockfisches sah ich den continuirlichen Zusammenhang von Sehne und Muskel sehr schön, ja bei der Kürze der Muskeln zeigen sich hier viele Muskelfasern in ihrer ganzen Länge sammt den Sehnenbündeln an beiden Enden. Aehnliche Erfahrungen hat neulich auch *A. Fick* (l. i. c.) gesammelt und zugleich nachgewiesen, dass auch bei schiefem Ansatz der Muskelfasern an Sehnen die Muskelfasern unmittelbar in Sehnenbündel sich fortsetzen können. Wenn dagegen *Fick* behauptet, dass die oben beschriebene freie Endigung nicht vorkomme, so kann ich nicht übereinstimmen, indem meine Angaben auf Beobachtungen (beim Menschen) sich stützen, die ich keinen Grund habe für nicht richtig zu halten. Auch habe ich neulich an den Extremitätenmuskeln der Fledermaus kolbig abgerundete, schief an Sehnen sich ansetzende Muskelfasern in Menge und mit einer Deutlichkeit gesehen, die nicht den geringsten Zweifel übrig liess. Den theoretischen Bedenken *Fick's* halte ich entgegen, dass, wenn Enden von Muskelfasern im Innern der Muskeln den mechanischen Verhältnissen nicht hinderlich sind, dies auch beim Ansatz an Sehnen der Fall sein wird, wobei ich übrigens noch bemerke, dass, weil das *Perimysium internum* zwischen den einzelnen Muskelfasern bei schiefem Ansatz derselben an Sehnen in die Elemente dieser sich fortsetzt, wie ich schon früher angab, doch nahezu dasselbe herauskommt, was bei continuirlichem Zusammenhang beider.

Ueber die Enden der Muskelfasern in der Haut und in Schleimhäuten siehe oben §. 33 und weiter unten bei der Zunge.

§. 85.

Hülfsorgane der Muskeln und Sehnen. *A.* Die Muskelbinden, *Fasciae,* sind fibröse Häute, welche einzelne Muskeln oder ganze Muskelgruppen sammt ihren Sehnen umhüllen und je nach dem sie die Bedeutung von Sehnen und Bändern oder von einfachen Muskelhüllen haben, auch einen verschiedenen Bau, nämlich einerseits den der Sehnen, andrerseits den der aus Bindegewebe und elastischen Fasern gemischten Häute besitzen. Im ersten Falle sind sie weiss und glänzend und ganz vom Bau der Sehnen und Aponeurosen; im zweiten enthalten sie häufig eine grössere Zahl von feineren elastischen Fasern in ihrem Bindegewebe und können selbst stellenweise ganz den Bau und das mattgelbe Ansehen der elastischen Häute (siehe Fig. 28) erreichen und reichliche elastische Netze der stärksten Art enthalten. Sehnig sind die Fascien fast überall da, wo behufs mechanischer Zwecke ein derbes unnachgiebiges Gewebe vonnöthen ist, demnach 1) an ihren Ursprüngen von Knochen, 2) da wo Muskelfasern von ihnen herkommen und sie die Bedeutung von Aponeurosen haben, 3) wo Sehnen in sie

ausstrahlen und sie selbst wie Endsehnen wirken, 4) wo sie mit verdickten Stellen Bänder vertreten. Mehr oder weniger elastisch zeigen sich dagegen die Muskelbinden, wo ihre Bedeutung die ist, eine zwar feste, aber die Muskeln bei ihren verschiedenen Formveränderungen nicht behindernde Hülle zu bilden, also vorzüglich in der Mitte der Glieder.

B. Bänder der Sehnen, *Ligg. tendinum.* Ausser gewissen, bandartig gebildeten Theilen von Fascien, welche, indem sie an Knochen sich ansetzen, Sehnen röhrenförmig umgeben oder sonst befestigen, kommen sogenannte Sehnenscheiden (*Ligg. vaginalia tendinum*) auch selbständig vor, wie z. B. an den Sehnen der Finger- und Zehenbeuger, wo dieselben aus vielen hintereinanderliegenden, die hier vorkommenden Schleimscheiden verstärkenden Bändchen bestehen. Andere hierher zu zählende Bänder sind das *Lig. carpi vol. proprium,* die *Trochlea* und die *Retinacula tendinum,* Haltbändchen der Sehnen.

C. Schleimbeutel und Schleimscheiden, *Bursae mucosae et Vaginae synoviales.* Wo Muskeln oder Sehnen an Hartgebilden (Knochen, Knorpeln) oder an andern Muskeln, Sehnen und Bändern bei ihren Bewegungen sich reiben, finden sich zwischen den betreffenden Gebilden mit ein wenig zäher Flüssigkeit, die nach *Virchow* (Würzb. Verh. II. 281) nicht Schleim, sondern einen der colloiden Substanz sehr ähnlichen Körper enthält, erfüllte Räume, welche die Anatomen als von einer besondern Membran, einer Synovialhaut, ausgekleidet zu betrachten gewohnt sind. Diese soll geschlossene Säcke von rundlicher oder länglicher Form bilden, welche entweder einfach die einander zugewendeten Seiten von Knochen und Sehnen, Knochen und Muskeln u. s. w. bekleiden, Schleimbeutel, *Bursae mucosae*, oder in Gestalt von doppelten, jedoch zusammenhängenden Röhren, einmal die Oberfläche der Sehnen und zweitens diejenigen der Theile, zwischen denen dieselben sich bewegen, überziehen, Schleimscheiden, *Vaginae synoviales.* Das Wahre an der Sache ist das, dass nur die wenigsten dieser Räume von einer zusammenhängenden Membran überzogen sind, die meisten an vielen Stellen einer solchen entbehren. Die Schleimbeutel anlangend, so sind die der Muskeln (*Psoas, Iliacus, Deltoideus* etc.) noch am ehesten als zusammenhängende Säcke zu betrachten, die der Sehnen dagegen lassen nur stellenweise eine Membran erkennen und ermangeln gerade an den sich berührenden Stellen der aneinander hingleitenden Theile einer solchen fast ganz. Ebenso verhält es sich auch bei den Synovialscheiden, unter denen nur die gemeinschaftlichen der Finger- und Zehenbeuger noch einigermaassen ein Bild eines sogenannten serösen Sackes gewähren, obschon auch hier viele Stellen der Sehnenoberfläche frei von jeder häutigen Bekleidung sind. Demgemäss bedarf hier, wie an so vielen andern Orten, die alte Lehre von dem Vorkommen zusammenhängender seröser Säcke einer gründlichen Verbesserung. — In den meisten Synovialscheiden und in manchen Schleimbeuteln finden sich hie und da, namentlich an den *Retinacula*, kleinere oder grössere röthliche, fransenartige Fortsätze, die ganz an die der Gelenke erinnern und auch in der That nichts als Gefässfortsätze der Synovialhaut sind.

D. Faserknorpel und Sesambeine. Die Sehnen einiger Muskeln (*Tibialis posticus, Peronaeus longus*) enthalten da, wo sie in Sehnenscheiden verlaufen, derbere, knorpelartige Massen eingewebt, welche unter dem Namen Sesamknorpel, *Fibrocartilagines sesamoideae* bekannt sind, und wenn sie, wie es hie und da geschieht, verknöchern, zu Sesambeinen (*Ossa sesamoidea*) werden, wie sie normal an den Sehnen einiger Finger- und Zehenbeuger in die Sehnen eingeflochten und mit einer Fläche nach einer Gelenkhöhle gerichtet vorkommen.

Ueber den feineren Bau der letztgenannten Theile ist Folgendes zu bemerken. Die Sesambeine bestehen aus gewöhnlicher feinzelliger Knochensubstanz, sind an ihrer einen Seite von Sehnensubstanz oder Bandmasse dicht umschlossen, und an der andern, in eine Gelenkhöhle hineinragenden mit einer dünnen Lage von Knorpelsubstanz versehen. Die Bänder der Sehnen besitzen entsprechend ihrer Function ganz den festen Bau der sehnigen Stellen der Fascien und der Sehnen selbst, und zeigen hie und da in Bildung begriffene feine elastische Fasern oder reihenweise gestellte runde Bildungszellen von solchen. Zarter gebaut sind die *Retinacula tendinum*, die mehr den Zweck haben, Gefässe zu den Sehnen zu leiten und demnach vorzüglich lockeres Bindegewebe mit feinen elastischen Fasern und auch Fettzellen, in gewissen Fällen auch viel elastisches Gewebe enthalten. Die ohne Ausnahme dünnwandigen Schleimbeutel bestehen, insofern sie eine besondere Membran besitzen, aus verschiedentlich sich kreuzenden, locker vereinigten, an manchen Orten anastomosirenden Bündeln von Bindegewebe, mit feinen elastischen Fasern, während die Schleimscheiden, entsprechend ihrer doppelten Verrichtung hier als Schleimbeutel, dort mit Sehnenscheiden verbunden als Sehnenbänder, an ihren dünneren Stellen den Bau der *Bursae mucosae*, an ihren dickeren reines, derbes Bindegewebe, oft mit reihenweise gestellten länglichrunden Saftzellen, die in elastische Fasern übergehen, besitzen. An ihrer innern Oberfläche sind beiderlei Säcke, sammt den in ihnen liegenden oder sie sonst begrenzenden Theilen, nur stellenweise von Epithelium überzogen, das aus einer, meist einfachen Lage kernhaltiger polygonaler Zellen von 0,004—0,007''' besteht. Die eines Epithels entbehrenden Stellen sind: viele Theile der Schleimscheiden und in ihnen liegenden Sehnen und gewisse Stellen der Schleimbeutel selbst, die durch matten Glanz und gelbliches Ansehen sich auszeichnen und besonders an den Orten sich finden, wo die Sehnen und sie umschliessenden Theile einem grössern Drucke ausgesetzt sind. Die gemeinschaftliche Scheide der Fingerbeuger besitzt überall Epithel; dasselbe gilt von den Schleimbeuteln, in denen nur gewisse schleifenartige, ausser der eigentlichen *Bursa* die Sehnen noch umhüllende Bänder keinen Zellenüberzug zeigen, wie hie und da beim *Subscapularis*, *Poplitaeus* u. a.

Alle diese nackten, eines Epithelium entbehrenden Stellen besitzen ohne Ausnahme fast in ihrem ganzen Umfange die Natur von Faserknorpeln, indem dieselben zwischen ihrem an elastischen Fasern meist armen, derben Bindegewebe eine grössere oder geringere, oft sehr bedeutende Zahl von Knorpelzellen führen (Fig. 104), unter denen runde, dunkelcontourirte,

jedoch keineswegs dickwandige Zellen von 0,006—0,012‴, mit rundlichem Kern von 0,003‴ und heller Flüssigkeit mit einigen kleinen dunklen Fettkörnchen oder ohne solche weitaus die häufigsten sind. Daneben kommen noch vor: längliche Zellen mit 1 oder 2 Kernen, runde, zartwandige Zellen mit 1, 2—20 dunkelcontourirten, dickwandigeren Tochterzellen, die Mutterzellen bis auf 0,02—0,03‴ messend, endlich längliche Zellen mit concentrischen Ablagerungen, einen Kern oder kernhaltige Tochterzellen einschliessend. In den Sehnen finden sich fast ausschliesslich die einfacheren Formen und zwar sind hier die Zellen, obschon oftmals recht zahlreich, doch meist isolirt, oder höchstens in Reihen oder Gruppen von 2—6 zwischen dem Bindegewebe sowohl oberflächlich als auch in der Tiefe enthalten; meist wechselt hier gewöhnliches Bindegewebe mit knorpelzellenführendem (Faserknorpel) ab, so dass die Sehne auf dem Querschnitte ein gesprenkeltes, weisses und gelbliches Ansehen zeigt, oder es ist auch nur die Oberfläche der Sehne knorpelhaltig, die tiefern Theile dagegen wie gewöhnlich beschaffen. Wo die eingelagerten Knorpelzellen recht zahlreich sind, finden sich die Sehnen verdickt, oder selbst wie mit besonderen faserknorpeligen Massen besetzt *(Peron. longus, Tib. posticus)*. In den Schleimscheiden und den übrigen genannten Theilen liegen die Knorpelzellen nicht selten in dichteren Gruppen oder in längeren Reihen von 5—10 Zellen und darüber, in denen ohne Ausnahme die endständigen Zellen die kleinsten, die mittleren die grössten sind. Am *Os cuboideum* findet sich da, wo die Sehne des *Peronaeus longus* vorbeigeht, eine ⅓—½‴ mächtige Schicht ächten Knorpels.









Fig. 104.

Die Gefässfortsätze der Sehnenscheiden und Schleimbeutel stimmen mit denen der Gelenke überein nur dass sie meist kleiner sind.

Die Synovialsäcke des Muskelsystems sind nicht blosse Bindegewebsmaschen, wie die *Bursae mucosae subcutaneae*, da sie ohne Ausnahme an gewissen Stellen Epithel haben, ebenso wenig lassen sich dieselben jedoch ganz den serösen Säcken im engern Sinne (*Pleura*, *Peritonaeum* etc.) an die Seite stellen, da ihr Epithel mit wenigen Ausnahmen nie vollständig ist und auch die Bindegewebslage der *Serosa* fast überall stellenweise fast gänzlich fehlt. Dagegen gehören die Synovialsäcke des Muskelsystems und die Synovialkapseln, die ebenfalls nie ein vollständiges Epithel haben und oft mit Schleimbeuteln communiciren (*Quadriceps*, *Poplitaeus*, *Subscapularis* etc.) zusammen, doch ist nicht zu vergessen, dass zwischen ihnen und den serösen Säcken auch Uebergänge stattfinden.

Was die in Bändern der Sehnen und in Sehnenscheiden vorkommenden Zellenreihen betrifft, die verschiedene Uebergänge zu feinen elastischen Fasern erkennen lassen, so habe ich schon früher auf deren grosse Aehnlichkeit mit den einfacheren Knorpelzellen der Sehnenscheiden und Sehnen aufmerksam gemacht, eine Aehnlichkeit, welche so gross ist, dass man unbedingt die beiderlei Zellen, wenn auch nicht als identisch, doch als analog bezeichnen kann, um so mehr, da fast an allen Orten, wo Knorpelzellen im Bindegewebe sich finden, auch solche Zellenreihen und ihre Beziehung zu elastischen Fasern nachzuweisen sind, so auch in den später noch zu erwähnenden sogenannten

Fig. 104. Knorpelzellen aus scheidenartigen, die Sehne des *Poplitaeus* umgebenden Bändchen, 350mal vergr. *a*. Zelle mit einem, *b*. mit zwei Kernen, *c*. Zelle mit einer, *d*. mit zwei Tochterzellen, beide Tochterzellen mit etwas dichterem Inhalt.

Bandscheiben *Henle's*, wogegen allerdings auch die *Aponeurosis palmaris*, Sehnen und Bänder solcher Zellenreihen enthalten, ohne unzweifelhafte Knorpelzellen zu besitzen. Nach den Aufklärungen, welche in neuester Zeit *Virchow* über die zelligen Elemente im Bindegewebe und in Knorpeln gegeben hat, begreifen sich nun diese Thatsachen sehr leicht, und erscheinen dieselben zugleich als neue Unterstützung der *Virchow*'schen Anschauung.

§. 86.

Gefässe der Muskeln und ihrer Hülfsorgane. *A.* Blutgefässe. Die Verästelung der grossen Gefässe hat wenig eigenthümliches. Schief oder quer treten die Stämme an die Muskeln und theilen sich, im *Perimysium internum* verlaufend, baumförmig unter spitzen oder stumpfen Winkeln, so dass alle Theile der Muskeln von ihnen versorgt werden. Die feinsten Arterien und Venen laufen den Muskelfasern gewöhnlich parallel und bilden zwischen ihnen ein Capillarnetz, das so characteristisch ist, dass Jemand, der dasselbe einmal gesehen hat, es nie mehr verkennen kann. Dasselbe besitzt nämlich rechteckige Maschen, deren lange Seite der Längsaxe der Muskeln parallel läuft und besteht somit aus zweierlei Gefässchen, longitudinalen, die, wie namentlich Querschnitte injicirter Muskeln deutlich lehren, in den Furchen zwischen je zwei Muskelbündeln oder den unregelmässigen Räumen zwischen mehrern derselben liegen, und queren, die, verschiedentlich mit jenen anastomosirend, die Muskelfasern umstricken. So liegt jedes einzelne Primitivbündel gewissermaassen in einem Flechtwerk von Capillaren und ist behufs einer allseitigen Durchtränkung mit Blut aufs beste versehen. Die Capillaren der Muskeln gehören zu den feinsten des menschlichen Körpers und haben sehr oft einen geringeren Durchmesser, als die menschlichen Blutkörperchen. An einem *Hyrtl*'schen Präparate betragen dieselben 0,0025 — 0,003''', im *Pectoralis major* mit Blut gefüllt 0,002—0,003''', leer 0,0016—0,0020'''.

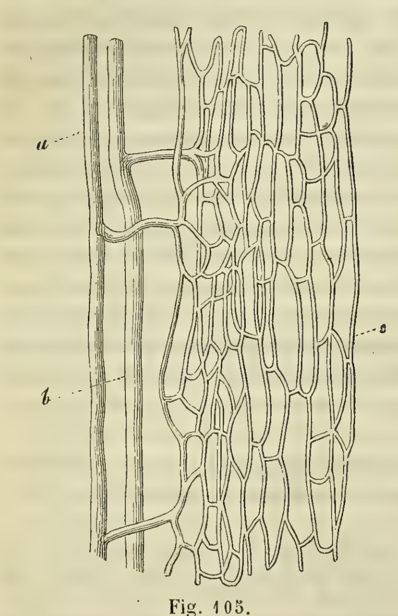


Fig. 105.

Die Sehnen gehören zu den an Blutgefässen ärmsten Theilen des Körpers. Kleinere Sehnen sind im Innern ohne alle Spur von Blutgefässen, besitzen dagegen äusserlich in dem mehr lockeren Bindegewebe, das sie umhüllt, reichliche, weitmaschige Capillarnetze. Bei stärkeren Sehnen finden sich auch in den oberflächlichen Sehnenlagen einzelne Gefässchen und bei den stärksten lassen sich durch Mikroskop und Injection spärliche Gefässnetze

Fig. 105. Capillargefässe der Muskeln, 250mal vergr. *a.* Arterie, *b.* Vene, *c.* Capillarnetz.

auch in tieferen Schichten nachweisen, doch sind auch hier die innersten Sehnentheile vollkommen gefässlos. — Wie die Sehnen verhalten sich auch die Bänder der Sehnen, nur dass in ihnen noch weniger Gefässe nachzuweisen sind. Vollkommen gefässlos sind auch die schwächeren Fascien, in stärkeren, wie der *Fascia lata*, kommen, abgesehen von dem gefässreichen lockeren Bindegewebe, das ihre Flächen deckt, spärliche Ramificationen vor. Dagegen sind die Synovialhäute des Muskelsystems reich an Gefässen, vor allem die Gefässfortsätze derselben, worüber jedoch, da diese Theile ganz mit den Synovialkapseln des Knochensystems übereinstimmen, hier nichts weiter bemerkt werden soll.

B. Die Lymphgefässe der Muskeln sind spärlich und zwar finde ich 1) in kleinen Muskeln wie im *Omohyoideus* und *Subcruralis* keine Lymphgefässe und 2) bei den grössten Muskeln nur bei gewissen einzelne solche von $1/4$—$1/5'''$ im Begleit der zu ihnen tretenden Gefässe. Da nun auch die tiefen oder Muskelgefässe der Extremitäten nur von spärlichen Lymphgefässen begleitet sind, von denen zum Theil sicher ist, dass sie nicht einmal von Muskeln kommen, so erscheint es als ganz gerechtfertigt anzunehmen, dass, wenn bei grösseren Muskeln wirklich einige Lymphgefässe vorkommen, dieselben doch nicht zwischen die secundären Bündel hineingehen, sondern nur in dem reicheren *Perimysium* zwischen den grösseren lockeren Abtheilungen derselben verlaufen, vorzüglich da, wo dasselbe mit Fett untermischt und so weich ist, wie z. B. in einem *Glutaeus* und in den oberflächlichen Lagen vieler andern Muskeln. — In den Sehnen, Fascien und den Synovialhäuten des Muskelsystems hat noch Niemand Lymphgefässe gesehen.

§. 87.

Nerven der Muskeln. Die Verbreitung der Muskelnerven zeigt schon in Bezug auf die gröberen Verhältnisse manches Eigenthümliche insofern als sich für die meisten Muskeln nachweisen lässt, dass die Nerven nur an einigen wenigen beschränkten Orten mit ihren Fasern in Berührung kommen, und durchaus nicht der Gesammtlänge derselben entsprechend mit ihnen sich verbinden. In Betreff der letzten Endigung der Nerven so finden sich in allen Muskeln Anastomosen der feineren Aeste, sogenannte Plexus. Diejenigen zwischen stärkeren Aesten sind vorzüglich und vor allem da zu sehen, wo die gesammte Nervenverästelung in einem ganz kleinen Raume beisammen ist (siehe die Anmerkung), sonst spärlich oder selbst gar nicht vorhanden, während die zwischen den feineren und feinsten Aestchen (Endplexus *Valentin*) überall sehr zahlreich sind und mit meist länglichrunden Maschen vorzüglich der Längsrichtung der Bündel parallel verlaufen. Diese Endplexus nun, die bald engere, bald weitere Maschen besitzen und vorzüglich zwischen den Zweigen eines Aestchens sich finden, ohne jedoch ganz isolirt für sich zu bestehen, führen zu den von *Valentin* sogenannten Endschlingen, unter denen ich nichts anderes als Anastomosen der Zweigelchen letzter Ordnung durch eine einzige oder wenige Primitivfasern verstehe, welche von einem Zweige kommend in andere übergehen, wobei es gleichgültig ist ob dieselben

gerade oder schlingenförmig gebogen verlaufen (Fig. 106). Dass neben diesen Schlingen auch freie Endigungen der Nervenfasern sich finden, wie man sie

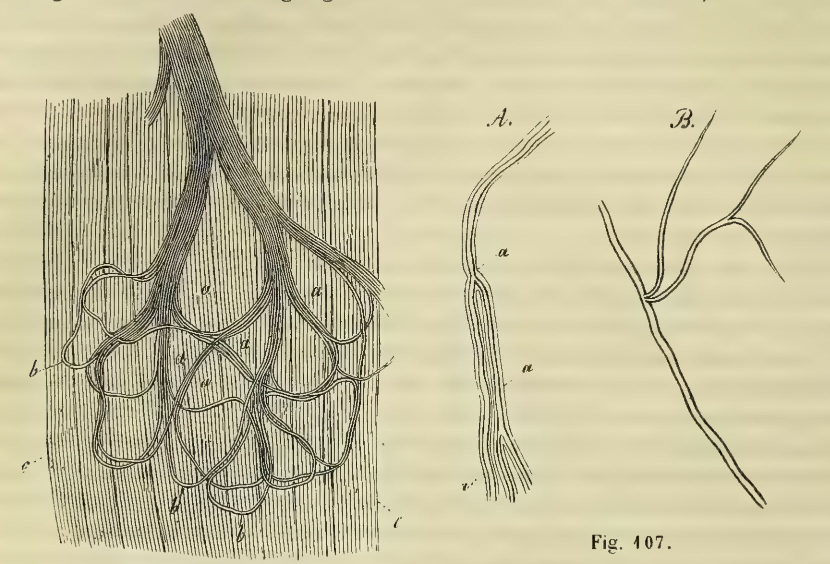


Fig. 106.

Fig. 107.

von niedern Thieren kennt, ist nach den Erfahrungen von *R. Wagner*, mir, *Luschka* nicht zweifelhaft und es darf wohl als wahrscheinlich bezeichnet werden, dass die genannten Schlingen noch nicht die letzten Ausläufer der Primitivfasern sind, dass vielmehr die Fasern, welche dieselben bilden, immer an andern Orten, sei es direct oder nach vorherigen Theilungen, welche in den Muskeln des Menschen und von Säugethieren von *Wagner* und mir gesehen wurden, frei enden. — Die in die Muskeln eintretenden Stämme bestehen vorzüglich aus dicken Nervenröhren, so dass auf 100 solche im Mittel ungefähr 12 feine kommen (*Volkmann*). Im Innern der Muskeln findet eine Verschmälerung derselben statt, so dass die Endplexus nur aus ganz feinen Fasern, von dem Durchmesser von 0,001—0,0025''' bestehen, ja in einzelnen Fällen lässt sich die successive Verschmälerung bestimmter Fasern selbst direct beobachten, was beweist, dass dieselbe wenigstens in diesen Fällen nicht durch Theilung zu Stande kommt. — Mit dieser Aenderung im Durchmesser nehmen die Nervenröhren ganz das Ansehen der sogenannten sympathischen an und werden schliesslich blass, einfach contourirt und zu Varicositäten geneigt, während sie zugleich jede Spur von einer Bindegewebshülle zu verlieren scheinen, immerhin scheinen dieselben

Fig. 106. Endausbreitung der Nerven aus dem *Omohyoideus* des Menschen, 350mal vergr. und mit Natron behandelt. *a*. Maschen des Endplexus, *b*. Endschlingen, *c*. Muskelfasern.

Fig. 107. Theilungen der Nervenprimitivfasern in Muskeln, 350mal vergr. *A*. Eine doppelte Theilung aus dem *Omohyoideus* des Menschen, *a*. Neurilem. *B*. Theilungen aus einem Gesichtsmuskel des Kaninchens mit drei scheinbar spitz auslaufenden Aestchen.

nirgends marklose Röhren zu werden, wie man sie an andern Endigungen sieht.

Gefässnerven kommen in allen Muskeln vor im Begleite der Gefässbündel, und zwar je nach der Stärke derselben stärkere oder feinere Aestchen. Dieselben halten nur von den feinsten Fasern und folgen immer den grösseren noch deutlich als Arterien und Venen zu erkennenden Gefässen. Ihre Endigungen habe ich nicht gesehen, nur weiss ich so viel, dass sie an Capillaren nie und sehr oft auch an den kleinsten Venen und Arterien nicht mehr vorkommen. Hie und da sieht man einzelne oder einige Fasern aus den Endplexus der Muskelnerven zu ihnen treten, was damit ganz gut im Einklang steht, dass die Gefässnerven vieler Theile (Extremitäten z. B.) nachweisbar von den Rückenmarksnerven abstammen.

Von den Sehnen sah ich neulich bei Fledermäusen, auch an kleineren, wenigstens oberflächlich, ziemlich zahlreiche feine Nervenverzweigungen. Bei grösseren, wie der Achillessehne und Sehne des *Quadriceps*, dem *Centrum tendineum (Luschka)*, dringen beim Menschen Nerven mit den Gefässen auch in das Innere ein. Fascien und Sehnenscheiden sind nervenlos, ebenso die Synovialkapseln des Muskelsystems, nach dem was ich bisher sah.

In vielen kleinen Muskeln ist die Ausstrahlung der Nerven eine ganz beschränkte, so dass z. B. im obern Bauche des *Omohyoideus* bei einer Länge desselben von 3″ die Stelle, wo die Nerven sich ausbreiten, nicht länger ist als 5—8‴. Der in der Mitte der Queraxe eintretende Nervenstamm theilt sich gleich in zwei Hauptäste, welche, indem sie der eine nach dem linken, der andere nach dem rechten Rande des Muskels ausstrahlen, vielfache Anastomosen der Aeste aller Ordnungen erzeugen und die ganze Dicke des Muskels bis zu den obersten und tiefsten *Stratis* versehen. Während so an dieser einen Stelle eine Nervenausbreitung, die derjenigen der Sinnesorgane nahe kommt, vorhanden ist, trifft man in den übrigen Theilen des Muskels die grösste Armuth oder selbst gänzlichen Mangel an Nerven. In einem Falle, den ich genau untersuchte, war es mir nicht möglich, ausser den spärlichen Gefässnerven in diesen Theilen mehr als drei kleine Nervenstämmchen von 0,021‴, 0,028‴, 0,042‴ aufzufinden, welche zwar von den Hauptnerven abstammten, allein doch in ihrer Ausbreitung von denen der anderen Aestchen abwichen, indem sie geraden Weges zwei nach dem unteren, eines nach dem oberen Ende des Muskelbauches verliefen, spärliche Fädchen von ein oder zwei Primitivfasern abgaben, die quer durch den Muskel zogen und endlich kurz vor der Zwischen- und Endsehne in feinste Aestchen und einzelne Nervenfasern sich auflösten, um theils hier, theils in den Ursprüngen der Muskelfasern an den Sehnen zu enden. Wie im *Omohyoideus* fand ich das Verhalten der Nerven auch im *Subcruralis* und einem *Costo-cervicalis* (von der ersten Rippe in die *Fascia cervicalis)*; im *Sternohyoideus*, *Sternothyreoideus*, *Omohyoideus* (unterer Bauch) war dieselbe bald ebenso, bald dem Anscheine nach etwas abweichend, d. h. es vertheilten sich manchmal die Aeste der Nerven nicht Alle in Einer Höhe, sondern dehnten sich über eine grössere Strecke aus, doch liess sich leicht nachweisen, dass das Wesentliche der eben beschriebenen Nervenvertheilung auch hier stattfand, dass die einzelnen Muskelpartieen nur an einer beschränkten Stelle mit den Nervengeflechten in Verbindung stehen. Schwieriger war der Nachweis solcher Verhältnisse in andern kleinen Muskeln, wie denen des Augapfels, wo die Nerven unter spitzen Winkeln an die Muskeln treten, mit ihren Hauptästen länger in denselben verlaufen und an verschiedenen mehr oder weniger entfernten Orten ihre Endausbreitungen bilden, doch gelang es auch hier so ziemlich. Diesen Thatsachen zufolge darf es, da bei allen diesen kleinen Muskeln die Muskelfasern wohl meist nahezu ebenso lang sind als die ganzen Muskeln, als wahrscheinlich bezeichnet werden, dass es zur Uebertragung der Nervenwirkung auf die einzelnen Muskelfasern

genügt, wenn die Nerven an einer oder wenigen beschränkten Stellen mit den letztern in Berührung kommen, ein Satz, der wohl unzweifelhaft auch für die grossen Muskeln Geltung hat. Es hat zwar *A. Fick* (Ueber theilweise Reizung der Muskelfaser in *Moleschott's* Untersuchungen II. p. 62 ff.) Versuche beschrieben, nach denen im langen *Rectus abdominis* des Frosches auf Reizung eines der in den Muskel eintretenden Nervenstämmchen nur eine partielle Contraction eintrat, da jedoch dieser Muskel, wie schon bei *Dugès* (*Ostéologie et Myologie des Batraciens* 1834. *Pl. VII*), wo er *Pubio-thoracique* heisst, verzeichnet ist, mehrere Inscriptionen hat, so ist klar, dass der Versuch von *Fick* nicht das beweist, was er soll, wie dies auch von *Kupfer* (Zeitschr. f. rat. Med. 1858. p. 160) direct nachgewiesen worden ist. Die Nervenausbreitung und das Verhalten der Muskelfasern in den grossen Muskeln verdienen übrigens noch eine genauere Untersuchung. Voraussichtlich finden sich hier zwei verschiedene Verhältnisse. Entweder es zerfällt ein solcher Muskel in mehr weniger bestimmt geschiedene anatomische Abtheilungen und dann hat derselbe in jedem Theile einen besondern Nerven (zweibäuchige Muskeln, Muskeln mit Inscriptionen, platte Bauchmuskeln), oder es bildet ein solcher Muskel scheinbar ein Ganzes und hat auch nur einen Nerven (die grosse Mehrzahl der Muskeln) und in diesem Falle verbreitet sich der Nerv über einen grossen Theil des Muskels, um mit allen, auch den an den obern und untern Theilen und vielleicht in der Mitte frei endenden Muskelfasern in Berührung zu kommen. Hiermit soll jedoch nicht gesagt sein, dass andere Möglichkeiten ganz ausgeschlossen sind, was erst durch mühsame Forschungen festgestellt werden kann.

Valentin und *Emmert* haben im Jahr 1836 gleichzeitig die Endigungen der Nervenprimitivfasern in den Muskeln in Form von Schlingen beschrieben und ersterer diese Endigungsweise auch für sensible Nerven behauptet. Seit man jedoch in neuerer Zeit an manchen Orten andere Endigungsweisen mit Bestimmtheit aufgedeckt hat (*Pacini*'sche Körperchen etc.) sind die Schlingen so sehr in Miscredit gekommen, dass jetzt die Frage, statt wie früher, ob es ausser den Schlingen auch eine andere Endigungsweise gebe, vielmehr die ist, ob wirklich irgendwo Schlingen existiren. Für die Muskeln namentlich scheint man ihre Existenz gänzlich leugnen zu wollen, seit Theilungen der Nervenröhren und Endigungen derselben in ihnen entdeckt sind; allein wie aus dem oben Bemerkten hervorgeht, mit Unrecht, womit jedoch nicht behauptet sein soll, dass die Schlingen wirklich die Endigungen seien. Noch bemerke ich, dass ich in einem Falle ein kleines Ganglion mit etwa 5 Zellen an einem Nervenstämmchen des *Omohyoideus* des Menschen gesehen zu haben glaube, doch war die Beobachtung nicht rein, weil der Muskel vorher mit Natron behandelt war.

Bei Wirbellosen haben schon längst manche Forscher freie Endigungen der Nervenfasern und Ansatz derselben mit verbreiterten Enden an die Muskelfasern beschrieben, so *Doyère* bei den Tardigraden, *Quatrefages* bei *Eolidina* und einigen Rotiferen (*Annal. des sc. nat.* 1843, p. 300 u. Pl. 11. Fig. XII). Ich selbst sah bei einer Chironomuslarve (Diptere) zu den zwei Muskelbündeln des einfachen Vorderfusses eine einzige Nervenfaser treten, welche gabelig in zwei getheilt mit etwas breiteren Enden an die Oberfläche derselben sich anlegte. Neuere Erfahrungen von *Leydig*, *Meissner* und *Wedl* schliessen sich genau an diese an, nur hebt *Meissner* namentlich hervor, dass das Nervenende ganz untrennbar mit der Muskelfaser zusammengeschmolzen sei. Bei Wirbelthieren beschrieben zuerst *Müller* und *Brücke* Theilungen in den Augenmuskeln des Hechtes (*J. Müller*, *Physiol.*, 4. Aufl. Bd. 1. S. 524) und *Quatrefages* sah bei *Amphioxus* ganz ähnliche Verhältnisse wie bei den vorhin erwähnten Wirbellosen. Die Beobachtungen beim Hecht sind in den Augenmuskeln nicht schwer zu bestätigen und sieht man hier sowohl an frischen als auch an mit Sublimat behandelten und durch Essigsäure durchsichtig gemachten Muskeln beim Zerzupfen der Bündel zahlreiche Theilungen; jedoch sind dieselben lange nicht so häufig, wie beim Frosch, und auch nur Zwei- selten Dreitheilungen. Ausserdem fiel mir in grellem Gegensatz zu den Säugethieren besonders der ungeheure Verbreitungsbezirk der Nervenfasern auf, der so bedeutend ist, dass es fast schwer hält, eine Stelle eines Primitivbündels zu finden, an dem nicht eine Nervenfaser verläuft, ja an vielen Orten sieht man die letztern auf ungemeine Strecken an einem Bündel hinziehen und dasselbe schlingenförmig oder mit einer ver-

schiedenen Zahl von Spiraltouren umgeben. Aehnliches sah *R. Wagner* in den Augenmuskeln von Torpedo, während in andern Muskeln die Nerven sehr spärlich waren Gött. Nachr. Oct. 1851). Bei den Amphibien kennt man seit *Wagner* beim Frosch Theilungen und freie Enden. Erstere sind ausgezeichnet schön und zahlreich. Sie be-

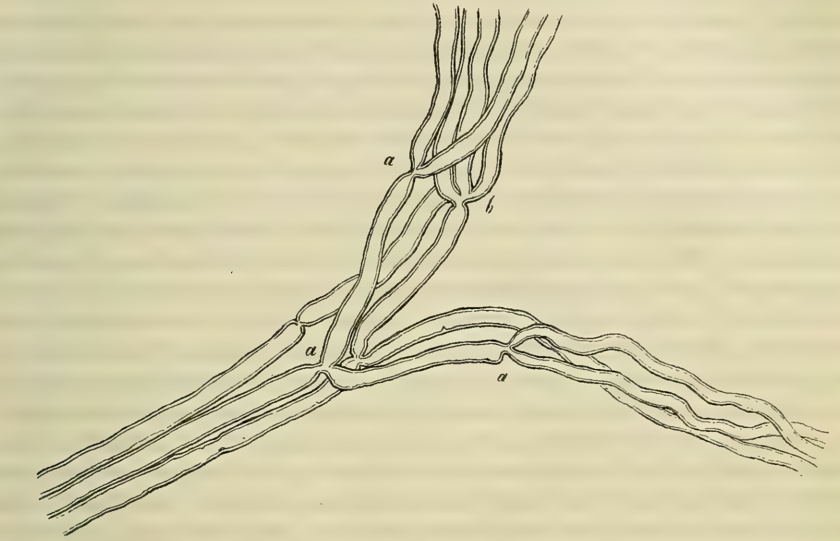


Fig. 108.

ginnen an den 0,004—0,006''' dicken Nervenröhren in den Stämmchen und Aestchen und setzen sich unter allmälicher Abnahme der Fasern mehrmals fort bis zu ganz feinen Fädchen von 0,001—0,0015'''. Die Theilungen sind meist dicho- oder trichotomisch, seltener mehrfach, doch sah *Wagner* einmal 8 Aestchen. Die Endfädchen sind blass, einfach contourirt. Niemals dringen sie in Muskelbündel ein, sondern legen sich entweder nach kurzem Verlauf schief oder quer an dieselben an oder ziehen lange parallel neben ihnen hin, um in beiden Fällen spitz und oft so fein wie eine Bindegewebsfibrille auszulaufen. Alle diese Verhältnisse sieht man am besten im *Mylohyoideus (Wagner)* und vor Allem in einem feinen Hautmuskel der Brust *(Abdomino-guttural, Dugès)*, auf den *Ecker* mich aufmerksam machte und dessen Nervenausbreitung neulich von *Reichert* sehr genau beschrieben wurde. *R.* fand hier, wie ich beim Menschen, dass nur ein kleiner Theil des Muskels reichlich mit Nerven versehen ist, während dieselben in den übrigen Theilen nur spärlich sich finden. Der Nervenstamm für diesen 160—180 Muskelfasern zählenden Muskel hat nach *Reichert* 7—10 Fasern und bildet durch fortgesetzte Theilung schliesslich 290 - 340 Endigungen, so dass mithin auf eine Muskelfaser mehr als eine Endigung kommt.

§. 88.

Chemisches und physikalisches Verhalten der Muskeln. In 100 Th. frischem Ochsenfleisch sind nach *Bibra* 72,56—74,45 Wasser enthalten. Die festen Theile (25, 55—27,44) bestanden bei einem Manne von 59 Jahren aus einem in kochendem Wasser, Alkohol und Aether unlöslichen Rückstand 16,83, löslichem Eiweiss und Farbstoff 1,75, leimgebender Sub-

Fig. 108. Nervenfaserabtheilungen in einem kleinen Aestchen aus dem Hautmuskel der Brust des Frosches, 350mal vergr. *a.* Bifurcationen, *b.* dreifache Theilung.

stanz, 1,92, Extracten, Salzen 2,80, Fett 4,24. Das Fett rührt vorzüglich vom Blute, den Fettzellen in den Muskeln und den Nerven derselben her, einem Theile nach auch wohl aus den Muskelfasern selbst, in denen wenigstens mikroskopisch hie und da Fettkörnchen sich nachweisen lassen; die leimgebende Substanz kommt aus dem *Perimysium*, einem kleineren Theile nach aus den Gefässen und dem Neurilem, dagegen nicht aus dem *Sarcolemma*, welches an ganz ausgekochten Muskeln noch nachzuweisen ist, wodurch bewiesen wird, dass dasselbe nicht aus derselben Substanz besteht wie die Sehnenfasern. Die anorganischen Salze und das Eiweiss stammen wohl vorzugsweise aus den Muskelfasern selbst, ebenso und vor allem die von *Liebig* und *Scherer* in der Muskelflüssigkeit gefundenen Salze der Milchsäure, Essigsäure, Buttersäure und Ameisensäure, die freie Milchsäure, das Kreatin und Kreatinin, der Muskelzucker oder Inosit und der Farbstoff, welche Substanzen, auch die letztgenannte, theils in den Fibrillen selbst, theils und vorzugsweise, so namentlich das Eiweiss, in der dieselben verkittenden Zwischensubstanz ihren Sitz haben. Die 16,83% unlöslichen Rückstands kommen zum Theil auf Rechnung des elastischen Gewebes in den Gefässen und dem Perimysium und der glatten Muskeln in den Gefässen, vorzüglich aber auf die Muskelfibrillen selbst, die, wie wir oben (§. 33) schon sahen, aus einer dem Fibrin verwandten Substanz bestehen. Das Sarcolemma ist in Alkalien und Säuren resistenter als die Fibrillen und schliesst sich mehr den *Membranae propriae* der Drüsen, den Wänden der Capillaren und den Zellenmembranen vieler Zellen an. Der Farbstoff der Muskeln (und diese selbst) wird gleich dem des Blutes an der Luft und noch mehr in Sauerstoff hochroth, in Schwefelwasserstoff dunkel; in Wasser, nicht aber durch Salze, wird derselbe ausgezogen und zwar sehr leicht, worin wohl, d. h. in einer Aenderung des Concentrationsgrades des die Muskeln tränkenden Plasma's vorzüglich der Grund zu suchen ist, dass dieselben in Krankheiten so gern ihre Farbe ändern.

Die Muskeln sind zwar weicher und zerreissbarer als die Sehnen, jedoch ist ihr Zusammenhalt immer noch ein sehr bedeutender, namentlich im Leben. Sie besitzen einen gewissen Grad von Elasticität. Während des Lebens sind sie, wie *E. Weber* richtig bemerkt, auch wenn die Nerven nicht auf sie einwirken, meist nicht in ihrer natürlichen Form, sondern ausgedehnt, in Spannung, und üben, gleich gespannten Saiten, elastische Kräfte aus, wovon man am besten sich überzeugt, wenn man bei einem stark gebogenen Gliede eines Thieres die Sehnen der Extensoren, deren Nerven vorher getrennt wurden, durchschneidet, worauf dieselben sehr bedeutend sich zurückziehen (*E. Weber*). Diese Spannung der Muskeln ist je nach der Stellung der Glieder sehr verschieden. Gering ist sie, wenn der Körper bei halbgebogener Lage der Glieder ruht, noch geringer oder =0, wenn ein Muskel, nachdem er kräftig auf sein Glied eingewirkt hat, ausruht, grösser und am grössten, wenn seine Antagonisten möglichst einwirken. Nach *E. Weber* kann man die lebenden aber unthätigen Muskeln mit Kautschuck vergleichen, indem ihnen, wie diesem, eine sehr grosse elastische Ausdehnbarkeit oder mit andtrn Worten eine geringe aber sehr vollkommene Elasticität zukommt, wie man leicht an Muskeln eben getödteter Thiere sehen kann, die abwechselnd sich

ausdehnen lassen und wieder zusammenfahren. Weil die Elasticität der Muskeln so gering ist, so setzen sie den Bewegungen der Glieder fast keinen Widerstand entgegen und weil sie so vollkommen ist, ziehen sie sich auch nach der grössten Ausdehnung wieder zu ihrer vorigen Form und Länge zusammen, wie sich das z. B. auch bei der Ausdehnung der Bauchmuskeln bei Schwangern und in pathologischen Fällen bewahrheitet. Sind die Muskeln in Thätigkeit, so ändern sich ihre Elasticitätsverhältnisse in sehr bemerkenswerther Weise, 1) werden die Muskeln während ihrer Contraction ausdehnsamer oder ihre Elasticität kleiner, weshalb sie durch ihre Verkürzung eine weit geringere Kraft ausüben, als es sonst der Fall wäre, wenn ihre Elasticität unverändert dieselbe bliebe wie im unthätigen Zustande; 2) ist die Elasticität des thätigen Muskels bei einem und demselben Muskel eine sehr veränderliche; sie vermindert sich bei Fortsetzung seiner Thätigkeit immer weiter, was die Ursache der Erscheinung der Ermüdung und Kraftlosigkeit bei derselben ist *(E. Weber)*.

In todten Muskeln ist nach *E. Weber* die Elasticität unvollkommener, d. h. der todte Muskel nimmt, ausgedehnt, nicht ganz seine frühere Gestalt wieder an und zerreisst daher auch leichter, obschon z. B. ein *Gracilis* immer noch 80 Pfund trägt ohne zu reissen. Dabei ist derselbe aber auch unausdehnbarer, steifer, unbeugsamer, oder seine Elasticität ist grösser. Die Erscheinungen der Ermüdung der Muskeln sind daher wohl von denen des Absterbens zu unterscheiden. Bei ersterer findet die Verminderung der Elasticität während der Einwirkung der Nerven und der Contraction des Muskels selbst statt, wahrscheinlich in Folge geänderter Ernährungsverhältnisse der Moleküle des Muskels, und ist daher eine Lebenserscheinung, bei letzterem dagegen haben die Nervenwirkungen, die Ernährung, die Contractionen aufgehört und die Zunahme der Elasticität, die die bekannte Todtenstarre, *Rigor mortis*, bewirkt, ist eine rein physikalische Erscheinung, die nicht mit der Vergrösserung der Spannung der Muskeln zu verwechseln ist, die unter dem Einflusse des Lebens während ihrer Contraction zugleich mit Abnahme der Elasticität eintritt.

Die Sehnen sind sehr fest und wenig elastisch und enthalten nach *Chevreuil* in 100 Th. nur 62,03% Wasser, also bedeutend weniger als die Muskeln und bestehen vorzüglich aus leimgebender Substanz, doch verwandeln sie sich schwerer als andere Theile in Leim.

Meiner Meinung nach sind die Muskeln bald ausgedehnt, bald in ihrer natürlichen Gestalt, bald selbst comprimirt, und zu allen diesen drei Zuständen kann die lebendige Verkürzung hinzutreten. Contrahirt sich ein gespannter Muskel so, dass er seine natürliche Form nicht annimmt, so wird er beim Nachlasse der Contraction noch gespannt sein und bei einer Durchschneidung sich zurückziehen. Verkürzt sich dagegen ein in seiner natürlichen Form befindlicher Muskel, so wird er, wenn die Nervenwirkung aufhört, gerade umgekehrt sich ausdehnen, wie z. B. das contrahirende Herz oder ein isolirter galvanisch gereizter Muskel. Dem zufolge wird, wenn man von der Elasticität der Muskeln spricht, nicht blos ihre Spannung, wenn sie ausgedehnt sind, sondern auch die im comprimirten Zustande in Anschlag gebracht werden müssen, was mir physiologisch wichtig genug scheint, indem dann auch die Ausdehnungen contrahirter Muskeln (Herz, Muskeln, deren Antagonisten gelähmt sind) begreiflich werden. Den sog. *Tonus* der

Muskeln leugne ich, wenn man darunter eine auch ohne den Willenseinfluss zu Stande kommende, wenn auch von demselben angeregte, lang andauernde Contraction versteht, und bin ich der Ansicht, dass das Meiste, was man mit diesem Namen bezeichnet hat, nur elastische Spannung sei, die man mit der Contraction, auf die sie folgt, verwechselt hat (s. m. Mikr. Anat. III. 1. u. *Heidenhain*). — Mit Bezug auf die Todtenstarre hat die neueste Zeit noch die wichtigen Thatsachen ans Licht gefördert, 1) dass dieselbe durch Einspritzen von Blut aufgehoben werden kann *(Brown-Séquard)* und auch am lebenden Thiere eintritt, wenn die Blutzufuhr zu einer Muskelgruppe gänzlich abgeschnitten wird *(Stannius)*, in welch letzterem Falle zugleich auch die Irritabilität der Nerven schwindet und bei Wiederherstellung der Circulation die normalen Verhältnisse in Muskeln und Nerven zurückkehren, 2) dass der Eintritt der Todtenstarre ganz unabhängig ist von dem Zustande der Nerven in den Muskeln, so dass Muskeln mit durch Urari gelähmten Nerven, eher noch später in Starre verfallen als andere (ich) und 3) dass Gifte, die die Muskelfasern selbst lähmen, wie Veratrin, Antiar, Tanghinia und Blausäure eine frühzeitige Starre veranlassen. Durch diese Thatsachen werden die Hypothesen über das Zustandekommen der Todtenstarre, die *Weber*'sche ausgenommen, widerlegt, auch die von *Brücke*, die einen in den Muskelfasern befindlichen gerinnenden Faserstoff statuirt, zugleich erhebt sich aber auch die Frage, was zunächst die Aenderung in den Elasticitätsverhältnissen der Muskeln veranlasse. Mir scheint, da nicht bloss mangelnde Blutzufuhr, sondern auch Wärme und Kälte, Ueberanstrengung der Muskeln und gewisse Substanzen (Veratrin etc.) Starre erzeugen, die Ansicht am meisten für sich zu haben, dass dieselbe von einer Aenderung der contractilen Substanz in chemischer oder physikalischer Beziehung abhängt, in Folge welcher dieselbe starr und unnachgiebig wird, eine Ansicht, für welche auch die leichte Isolirbarkeit der Fibrillen in solchen Muskeln spricht.

§. 89.

Entwickelung der Muskeln und Sehnen. Die Anlagen der Muskeln bestehen anfänglich aus denselben Bildungszellen, welche den übrigen Leib der Embryonen zusammensetzen, und aus denselben entwickeln sich erst nach und nach durch histiologische Differenzirung die Muskeln, Sehnen u. s. w. Beim Menschen werden die Muskeln erst am Ende des zweiten Monats deutlich, sind jedoch anfänglich nur für das bewaffnete Auge zu erkennen, weich, blass, gallertartig, und von ihren Sehnen nicht zu unterscheiden. In der 10ten bis 12ten Woche erkennt man dieselben namentlich an Weingeistexemplaren deutlicher und nun treten auch die Sehnen als etwas hellere, jedoch ebenfalls durchscheinende Streifen auf. Im vierten Monate sind Muskeln und Sehnen noch kenntlicher, erstere am Rumpfe leicht röthlich, letztere weniger durchscheinend, graulich, beide noch weich. Von nun an gestalten sich beide Theile immer mehr zu dem, was sie später sind, so dass sie beim reifen Embryo, ausser dass die Muskeln noch weicher und blasser und die Sehnen gefässreicher und weniger weiss sind, keine nennenswerthen Abweichungen mehr darbieten.

Die feinern Verhältnisse anlangend, so sind bei Embryonen aus dem Ende des zweiten Monats die Primitivbündel lange, von Stelle zu Stelle knotig angeschwollene und hier mit länglichen Kernen versehene 0,001—0,002''' breite Bänder, die entweder homogen oder fein granulirt aussehen und nur sehr selten eine ganz leise Andeutung von Querstreifen zeigen. Die erste Entwickelung dieser Muskelfasern war bisher ganz unbekannt, ich habe jedoch vor Kurzem gezeigt, dass jede derselben aus einer einzigen spindelförmigen Zelle mit Einem Kern hervorgeht. Solche Fasern (Fig. 109) fin-

det man im 2. Monat (bei Embryonen von 7—8 Wochen) in den eben gebildeten Anlagen der Hände und Füsse und messen dieselben bei 0,06—0,08''' Länge. Bei denselben Embryonen haben Unterschenkel und Vorderarm schon etwas weiter entwickelte Fasern mit 2, 3—8 und 9 Kernen und einer Länge von 0,15''', die an beiden Enden fein zugespitzt auslaufen und hie und da schon einen Anflug von Querstreifung zeigen, und am Rumpfe und an den obersten Theilen der Glieder waren die Fasern so lang, dass es nicht mehr gelingen wollte an einer Faser beide Enden zu erkennen. Diesem zufolge entsteht jede Muskelfaser aus Einer einzigen Zelle, welche ungemein sich verlängert, während zugleich ihr Kern sich vermehrt, welche Vermehrung leicht zu beobachten ist, indem oft Kerne mit 2 *Nucleolis* und 2 mit ebenen Flächen dicht beisammenstehende solche vorkommen. In weiterer Entwickelung werden nun die langen vielkernigen Spindeln immer breiter und länger und entwickelt sich ihr Inhalt, das ursprüngliche Zellencontentum, zu den Muskelfibrillen. Im 4. Monate (Fig. 110) messen dieselben einem grossen Theile nach 0,0028—0,005''' in der Breite, einige selbst 0,006''', während andere freilich auch die Grösse von 0,0016—0,002''' nicht übersteigen, und sind die grösseren zwar noch immer abgeplattet, aber gleichmässig breit, zugleich auch bedeutend dicker als früher, meist deutlich längs- und quergestreift und selbst mit isolirbaren Fibrillen. Zum Theil schon in der Längsansicht, noch besser aber auf Querschnitten ergibt sich, dass bei vielen die Fibrillen nicht die ganze Dicke der Primitivröhren einnehmen, sondern peripherisch in Gestalt eines Rohres in denselben angelagert sind, während im Innern noch homogene Substanz wie früher sich findet, die nun wie ein Canal innerhalb der Fibrillen

Fig. 109.

Fig. 110.

Fig. 109. Muskelfasern von einem zweimonatlichen menschlichen Embryo. 1. 2. Vom Fuss mit 1 und 2 Kernen. 3. Vom Unterschenkel mit 6 Kernen. 350mal vergr.

Fig. 110. Primitivfasern eines 4 Monate alten menschlichen Embryo, 350mal vergr. 1. Ein Bündel mit einer noch nicht faserigen hellen Masse im Innern, 2. Bündel ohne solche mit Andeutung von Querstreifen, *a*. Kerne, *b*. Sarcolemma.

erscheint. Alle Primitivröhren besitzen ein Sarcolemma (*b*), welches durch Essigsäure und Natron als ein sehr zartes Häutchen nachzuweisen ist und auch hin und wieder durch eingedrungenes Wasser von den Fibrillen sich abhebt; ausserdem zeigen dieselben wie anfangs Kerne, welche unabänderlich am Sarcolemma anliegen und dasselbe oft bauchig abheben und wie früher so auch jetzt noch in einer energischen Vermehrung begriffen sind. Dieselben sind alle bläschenförmig, rundlich oder länglich, mit sehr deutlichen einfachen oder doppelten Nucleolis von 0,0004—0,0008''', oft mit zwei Tochterkernen in ihrem Innern, oder wie in Theilung begriffen, und viel zahlreicher als früher, am häufigsten zu zweien dicht beisammen, oft aber auch gruppenweise zu 3, 4, selbst 6 neben und hintereinander gelagert. — Von nun an bis zur Geburt verändern sich die Muskelbündel nicht mehr bedeutend, ausser dass sie an Dicke zunehmen. Beim Neugebornen messen sie 0,0056—0,0063''', sind solid, rundlich polygonal, je nach Umständen längs und quergestreift wie beim Erwachsenen, mit ungemein leicht isolirbaren Fibrillen und noch mehr Kernen als früher.

Dem Bemerkten zufolge ist das Sarcolemma die ungemein gewachsene Membran der ursprünglich embryonalen Muskelzelle, die Kerne die Abkömmlinge des ersten Zellenkernes dieser, der durch endogenen Process sich vermehrte. Die Muskelfibrillen sind fest gewordener differenzirter Inhalt der ursprünglichen Röhre, und bilden sich in vielen Fällen nachweisbar vom Sarcolemma aus nach innen, in andern vielleicht aber auch in der ganzen Röhre auf einmal.

Das Wachsthum der Gesammtmuskeln kommt vor allem auf Rechnung der Längen- und Dickenzunahme der Primitivbündel und scheint vielleicht schon bei der ersten Anlage der Muskeln, auf jeden Fall in der Mitte des Fötallebens auch die Anlage zu allen den spätern Primitivbündeln gegeben zu sein. Beim 4—5monatlichen Embryo sind dieselben schon zum Theil fünfmal stärker als bei dem von 2 Monaten, beim Neugebornen messen sie grösstentheils zweimal, zum Theil selbst drei- und viermal mehr als im 4ten oder 5ten Monat und beim Erwachsenen betragen sie ungefähr fünfmal mehr als beim Neugebornen. Mit der Dicke der Bündel müssen auch die Fibrillen an Zahl zunehmen, da sie nach *Harting* beim Erwachsenen nur um weniges dicker sind als beim Fötus (man vergl. *Harting, Rech. micrometr.* u. *Hepp* l. i. c.). — Das Perimysium entwickelt sich, wie ich übereinstimmend mit *Valentin* und *Schwann* finde, nach dem Typus des gewöhnlichen Bindegewebes aus spindelförmig gewordenen verschmelzenden Bildungszellen.

Die Elemente der Sehnen sind auf keinen Fall früher ausgebildet als die der Muskeln, indem es mir bei Embryonen aus der 8ten bis 9ten Woche nicht möglich war, eine bestimmte Spur derselben zu finden, während doch die Muskelfasern recht deutlich erschienen. Erst im 3ten und 4ten Monate, wo sie auch für das blosse Auge deutlich werden, lassen sich ihre Elemente mit Bestimmtheit verfolgen und ergeben sich als lange parallele Bänder mit länglichen Kernen, die, wie *Schwann's* und meine Beobachtungen (§. 28) an sehr jungen Säugethieren lehren, aus verschmolzenen spindelförmigen Zellen hervorgegangen sind. Schon im 4ten Monat sind dieselben deutlich als Primi-

tivbündel zu erkennen, wellenförmig gebogen und von Stelle zu Stelle mit länglichen Kernen von 0,0035—0,006‴ Länge und 0,0016‴ Breite versehen, jedoch ohne deutliche Fibrillen und nicht breiter als 0,0012—0,0016‴. Von nun an nehmen die Bündel bis zum Ende des Embryonallebens langsam an Breite zu, so dass sie beim Neugebornen 0,002—0,0025‴ messen und zugleich entwickeln sich ihre Fibrillen und zwischen den Bündeln feine elastische Fasern aus besondern spindelförmigen Bildungszellen (siehe oben §. 27). Vergleicht man mit diesen Bündeln die der Erwachsenen, die 0,006—0,008‴ messen, so sieht man, dass die Sehnenbündel von ihrer ersten Entstehung an continuirlich an Dicke zunehmen, so dass ihr Verhältniss beim 4monatlichen Fötus, dem Neugebornen und dem Erwachsenen ungefähr wie 1 : 1,8 : 6 ist und dass daher auf jeden Fall ein guter Theil des Wachsthumes der Sehnen auf Rechnung der Zunahme ihrer Bündel an Dicke und auch an Länge zu setzen ist. Es scheinen jedoch auch nach der ersten Anlage der Sehnen während des Fötallebens noch neue Bundel derselben zu entstehen.

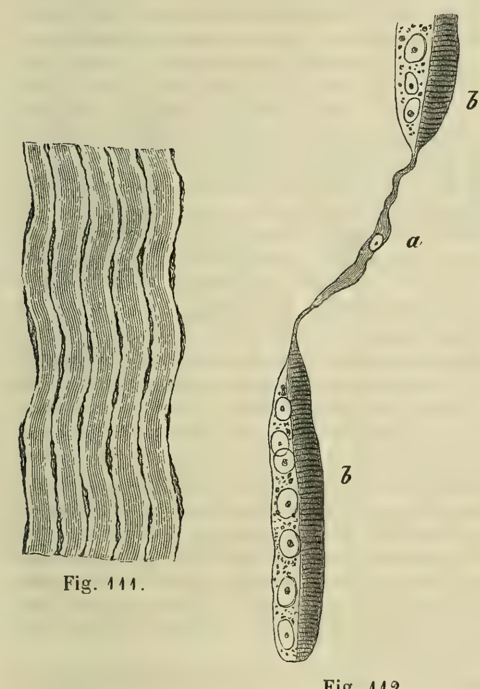


Fig. 111.

Fig. 112.

In Betreff der Entwickelung der Muskelfasern herrschen noch einige Controversen *Reichert* und *Holst* lassen eine jede der Fibrillen aus einer einzigen Zelle hervorgehen und betrachten dieselben als Aequivalente der glatten Muskelfasern oder contractilen Faserzellen. Diese Ansicht ist nicht richtig und wird durch die Untersuchung von Säugethier- und menschlichen Embryonen sehr leicht widerlegt. *Leydig* lässt nicht die einzelnen Fibrillen, sondern ganze Gruppen derselben aus Zellenreihen hervorgehen und betrachtet demnach eine Muskelfaser als ein ganzes Bündel von Zellenreihen und das Sarcolemma als eine secundäre Hülle. Diese Ansicht, die in der Histologie dieses Autors im Sinne *Lebert's* und *Remak's* nur in der Art modificirt ist, dass jeder Theil eines Primitivbündels aus einer einzigen verlängerten Zelle hervorgehe, stützt sich auf die Beobachtung eigenthümlicher Muskelbündel bei Fischen, welche innerhalb einer structurlosen Hülle mit queren Kernen umgeben von einer feinkörnigen Masse eine gewisse Zahl Muskelröhren, von dem Character derer der Wirbellosen, ent-

Fig. 111 Aus der Achillessehne des Neugebornen, 250mal vergr. mit Essigsäure, um die in Bildung begriffenen feinen elastischen Fasern zu zeigen.

Fig. 112. Eine in Bildung begriffene Sehne aus einer einzigen verlängerten Zelle *a* bestehend, die 2 unentwickelte Muskelfasern *b b* vereint, von denen jede auch nur Eine Zelle darstellt. Aus dem hintersten Theile des Schwanzes einer Froschlarve mit inneren Kiemen, 350mal vergr.

hält (S. *Leydig*, Plagiostomen Taf. I. Fig. 13). *Leydig* vergleicht diese Bündel, die vielleicht mit denen identisch sind, die *Stannius* bei Petromyzon sah (l. i. c.), mit den einfachen Muskelfasern der höheren Thiere, ich finde jedoch keine Thatsache bei ihm angegeben, welche diese Auffassung rechtfertigte, und scheint mir die gegenseitige Ansicht, dass die fraglichen Bündel secundäre sind, die sie zusammensetzenden Röhren dagegen wahre Muskelfasern, ebenso begründet. Ich habe auch die Ueberzeugung, dass an diesen Röhren das Sarcolemma ebenso sich nachweisen lassen wird, wie an denen der Wirbellosen. Auf jeden Fall, mögen nun diese Bündel so oder so anzusehen sein, erlauben sie keinen Schluss auf die Muskelfasern bei höhern Thieren, deren Sarcolemma sicherlich den Zellmembranen der ursprünglichen Bildungszellen entspricht. — Bei den Batrachiern kommen nach *Lebert* und *Remak* bei der Entwickelung der Stamm-Muskeln verlängerte einfache Zellen mit sich vermehrenden Kernen vor, deren Inhalt sich ebenso metamorphosirt, wie bei den längern Muskelröhren und ist diese Beobachtung der Ausgangspunkt für die richtige Erkenntniss der Muskelfasern gewesen (S. §. 33). Ich selbst habe im Frühjahr 1857 diese Beobachtungen vollkommen zu bestätigen Gelegenheit gehabt, indem die Untersuchung der allerfrühesten Stadien, die an Larven, die in Chromsäure gelegt werden, leicht sich isoliren lassen, mir zeigte, dass die eingekerbten, vor Jahren von mir abgebildeten Bündel nicht durch Verschmelzung mehrerer Zellen, sondern wirklich durch Verlängerung solcher sich bilden (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. IX. p. 141). — Der contractile Theil der Muskelfasern, mag derselbe quergestreift sein oder nicht, Fibrillen besitzen oder keine, entwickelt sich in der Regel von dem Sarcolemma aus nach innen als Röhre, die erst nach und nach solid wird, seltener als ein mehr solider Strang einseitig in den Muskelfasern. Im ersten Falle liegen die Kerne und der ursprüngliche Inhalt der Bildungszellen, der oft fettreich ist, im Innern der embryonalen Muskelröhre oder zwischen ihr und dem Sarcolemma, im letztern immer dicht am Sarcolemma.

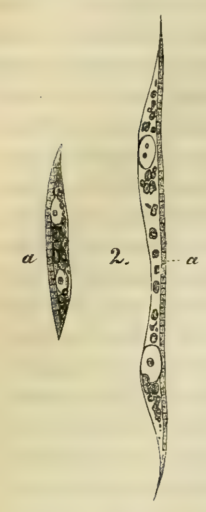


Fig. 113.

In pathologischer Beziehung ist Folgendes hervorzuheben. Die Substanz der quergestreiften Muskeln regenerirt sich nicht und Muskelwunden heilen einfach durch einen sehnigen Callus, doch hat *C. O. Weber* (*Virch.* Arch. VII) einen merkwürdigen Fall beschrieben, wo bei eine hypertrophischen Zunge das nach Wegnahme der Spitze neugebildete Stück schmale Muskelfasern von der Breite derjenigen 5monatlicher Embryonen in Menge enthielt, über deren erste Entstehung jedoch nichts wahrgenommen werden konnte, daher die Beobachtung nicht über jeden Zweifel erhaben ist, wie *Billroth* wohl mit Recht bemerkt. Eine Neubildung derselben haben *Rokitansky* (Zeitschrift der Wiener Aerzte 1849, p. 331) bei einer Hodengeschwulst eines 18jährigen Individuums und *Virchow* (Verh. d. Würzb. Ges. I.) in einem Ovariumtumor gesehen und waren es im letztern Falle, den ich selbst sah, langgestreckte spindelförmige, quergestreifte Zellen, jede mit einem Kern. Diese Muskelzellen, die *Virchow* nun auch abgebildet hat (Arch. VII. Tab. II.), so wie die schönen neuen Erfahrungen von *Billroth* (*Virch.* Arch. VIII.) über quergestreifte Muskelfasern in einem Hodencystoid sprechen entschieden ebenfalls für die Entwickelung der Muskelfasern aus einfachen Zellen und muss namentlich den Beobachtungen *Billroth's* hier ein grosses Gewicht zugeschrieben werden, weil er Gelegenheit hatte, sowohl jüngere als auch ältere Formen zu sehen, als *Virchow*. Ich bemerke übrigens, dass normal solche Muskelfasern, wie sie *B.* zeichnet, mit Ausnahme der Fig. 76, nicht vorkommen, während die Fasern, die *Virchow* abbildet, genau wie embryonale Elemente aussehen, dagegen stimmt einiges mit den jungen Fasern der Batrachier, namentlich Fig. 9. *b.* — Wenn *B.* auch eine Theilung von Muskel-

Fig. 113. In Entwickelung begriffene Muskelfasern einer Froschlarve, die noch keine Kiemen besitzt. 1. Zweikernige Muskelzelle von der Schwanzspitze. 2. Eben solche, längere von der Mitte des Schwanzes, *a.* Anlage der querstreifigen Substanz, 350mal vergr.

fasern zu statuiren geneigt ist, so erlaube ich mir einen bescheidenen Zweifel, ohne die Möglichkeit einer solchen in Abrede zu stellen. Bei Hypertrophien, die mit Ausnahme der Zunge, des Herzens und gewisser Athemmuskeln (*Bardeleben*) bei quergestreiften Muskeln vielleicht gar nicht oder wenigstens höchst selten vorkommen, scheinen nach *Hepp* und *Wedl* die Elemente einfach an Dicke zuzunehmen, und verhalten sich nach Ersterem im Herzen die hypertrophischen Bündel zu den normalen wie 4 : 1, dagegen macht es *Webers* Erfahrung wahrscheinlich, dass hier auch Neubildung von Fasern statt hat. Eine ächte Atrophie der Muskeln findet sich im höhern Alter. Hier sind die Bündel schmal, zum Theil nur von 0,004—0,008‴ Durchmesser, leicht zerfallend, meist ohne Querstreifen und mit undeutlichen Fibrillen, dagegen gelbliche oder braune Körner bis zu 0,001‴ oft in sehr grosser Menge und sehr viele bläschenförmige Kerne mit Nucleolis enthaltend, die oft in langen continuirlichen Reihen oder gehäuft innen am Sarcolemma anliegen und eigenthümlicher Weise dieselben bestimmten Zeichen einer energischen Vermehrung durch endogene Bildung darbieten, wie die der Embryonen (s. in diesem §.). Ausserdem begleitet Atrophie viele andere pathologische Vorgänge in den Muskeln. Bei der Fettbildung in Muskeln, die im Herzen z. B. häufig ist, werden die Muskelbündel durch Bindegewebe und Fettzellen, die zwischen ihnen sich entwickeln, nach und nach verdrängt, während bei der fettigen Entartung derselben grössere oder kleinere Fettkörner an der Stelle der allmählich schwindenden Fibrillen in grosser Zahl in ihnen sich entwickeln, welche nach *Virchow* meist in zierlichen Reihen stehen, ja nach *Donders* selbst innerhalb der Fibrillen enthalten sein sollen (?) und meiner Meinung nach aus den interstitiellen Körnern sich entwickeln. Auch fetthaltige Zellen können innerhalb des Sarcolemma entstehen und habe ich noch neulich mit Zellen gefüllte Sarcolemmaschläuche aus Froschmuskeln beschrieben (Z. f. w. Zool. VIII.). Zugleich mit der fettigen Entartung werden die Muskeln blasser, mehr gelblich und weicher, die Fasern leicht zerfallend. Eine Bindegewebemetamorphose der Muskelfasern beschreibt neulich *Billroth* (*Virch.* Arch. VIII.), bei welcher an die Stelle der vergehenden Fasern schliesslich Bindegewebe tritt, wie, liess sich nicht genau ermitteln. Gelähmte Muskeln fand *Reid* dünner, weicher, blasser und *Valentin* mit undeutlichen Querstreifen. Neuere fanden in solchen meist Atrophie mit fettiger Degeneration. Bei Abgemagerten sind die Muskeln blasser und weicher, die Bündel schmäler. Selten verkalken die Muskelfasern, so dass die Muskeln wie Asbest splittern (*H. Meyer*). Ossificationen in Muskeln, wie der sogenannte Exercirknochen im Deltoideus, gehen aus dem Bindegewebe derselben hervor, welches auch sonst durch Zunahme eine fibröse Umwandlung derselben bedingen kann. Bei *Krebs* des *Pectoralis major* fand ich das Sarcolemma der Fasern mit schönen Reihen kernhaltiger blasser Zellen erfüllt. Von Parasiten sind die zwischen den Bündeln gelegenen *Cysticercus cellulosae* und die *Trichina spiralis* zu erwähnen, ferner beim Aal ein nematodenartiger Wurm, den *Bowman (Cyclop. of. Anat. II. p,* 512*)* lebend in dem fast ganz leeren Sarcolemma sah. Organische Bildungen, ob vegetabilische oder thierische ist zweifelhaft, finden sich bei Ratten und Mäusen, nämlich 4—7‴ lange und 0,09—0,1‴ breite weisse Streifen, die bei mikroskopischer Untersuchung als hohle Primitivbündel sich ergaben, die ganz mit elliptischen leicht gebogenen Körperchen von 0,004—0,005‴ Länge und 0,0019‴ Breite, ähnlich Eiern, erfüllt waren. Die in Schläuche umgewandelten Stellen der Bündel hatten Wandungen von 0,009—0,1‴ Dicke mit Querstreifen und gingen an ihren Enden in ganz normale Bündel über (s. auch *v. Siebold* in Zeitschr. f. w. Zool. V.). Eine ältere vergessene Beobachtung von *Gerber* (Allgem. Anat. p. 141 und Fig. 82) von eigenthümlichen verschlungenen Fäden im Innern von Muskelfasern des Pferdes und von halbmondförmigen Körperchen in Pferdemuskeln gehört wohl auch hierher und ausserdem seien auch die neuesten Beobachtungen von *Rainey* über sonderbare Schläuche in den Muskelfasern des Schweines erwähnt *(Phil. Trans.* 1857. *Pl, X.)*, von denen der Autor glaubt, dass sie mit dem *Cysticercus cellulosae* in Verbindung stehen.

§. 90.

Physiologische Bemerkungen. Die hervorragendste Eigenthümlichkeit der Muskeln ist ihre Contractilität. Bei jeder Zusammenziehung verkürzen sich die Primitivbündel geradlinig und werden zugleich dicker, ohne jedoch in irgend erheblicher Weise sich zu verdichten. Wahrscheinlich treten die Contractionen in der Regel in allen Theilen eines Bündels gleichzeitig ein, womit natürlich nicht gesagt sein soll, dass nicht die Stellen, wo die Nervenendigungen sich finden, eigentlich doch zuerst sich verkürzen und um einen ganz unmessbaren, wenigstens unserm Auge entschwindenden Zeitraum den andern voraneilen. Unter gewissen Verhältnissen beobachtet man aber auch successiv fortschreitende und partielle Contractionen, letztere (die sog idiomuskulären Contractionen von *Schiff*) besonders an mit Urari vergifteten Muskeln, deren Nerven todt sind (ich) und an geschwächten Thieren *(Schiff)*. Beobachtet man, während die Muskeln sich zusammenziehen, ihre Längs- und Querstreifen, so fällt es nicht schwer nachzuweissen, dass, wo erstere vorhanden sind, dieselben während der Contraction verschwinden und Querstreifen Platz machen, und dass die letzteren, wo sie schon da waren, deutlicher werden und sich näher rücken, welche Zustände auch an den leicht isolirbaren Fibrillen der Thoraxmuskeln der Insecten leicht zu sehen sind. Hieraus folgt, dass bei den Contractionen vor allem die Fibrillen sich verkürzen und verbreitern, und dass hierdurch eben die erwähnten Veränderungen der Bündel hervorgerufen werden. Die weitere Frage ist nun die, wie verkürzen sich die Fibrillen und was bedingt ihre Querstreifung? Ist die letztere an die Lebensverhältnisse der Muskeln gebunden, oder erscheint dieselbe auch sonst? Das letzte ist unbedingt zu bejahen, denn es zeigen auch todte Muskeln Querstreifen und zwar unter denselben Verhältnissen wie lebende, wie am besten Muskeln lehren, die man successive in verschiedene Grade der Spannung versetzt, und es wird daher auch jeder Gedanke an nur partielle Contractionen der Fibrillen, der bei der ersten Beobachtung dieser Verhältnisse sich darbietet, aufzugeben sein. Die ganze Erscheinung der Querstreifen ist offenbar eine physikalische und keine vitale. Ihre Entstehung ist entweder davon abhängig, dass die Fibrillen nicht in ihrer ganzen Länge gleichartig sind, sondern in viele kleine Abschnitte zerfallen, von denen die einen grössere Elasticität besitzen als die andern, oder es wird dieselbe im entgegengesetzten Falle dadurch bedingt, dass die Fibrillen weiche Fäden sind, die, indem sie sich ver-

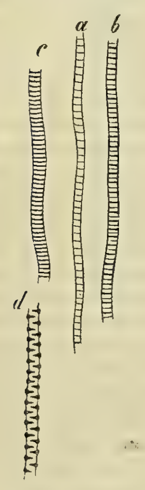


Fig. 114.

Fig. 114. Primitivfasern der Flügelmuskeln der Schmeissfliege, 350mal vergr. *a*. Dünne Fibrille mit entferntstehenden zarten Querstreifen, *b*. dickere Faser mit dichter stehenden, abwechselnd stärkeren und schwächeren Streifen, *c*. noch dickere Fibrille mit noch dichteren Streifen, *d*. Fibrille mit halbseitigen, alternirend stehenden Erhebungen (dieselben sind zu dunkel ausgefallen).

kürzen, stellenweise dichter werden oder Varicositäten annehmen. Welche dieser beiden Auffassungen die richtige ist, lässt sich nicht leicht entscheiden, da ich jedoch oben für die Annahme mich entschieden habe, dass die *Sarcous elements* der Autoren Kunstproducte sind, so schliesse ich mich der erstern an, und formulire dieselbe, wie schon früher (in m. Mikr. Anat. II. 1. p. 264) folgendermassen: Die Fibrillen bestehen aus einer zwar mit geringer, aber sehr vollkommenen Elasticität versehenen Substanz. Im ausgedehnten Zustande sind sie ohne Querstreifen und dünn, im physikalisch verkürzten nehmen sie regelmässige Varicositäten oder Verdichtungen (Querstreifen) an und werden dicker. Die lebendige Verkürzung betrifft bald physikalisch ausgedehnte, bald physikalisch zusammengezogene Muskeln und ertheilt den Elementen derselben keine besondere morphologische Eigenthümlichkeit, sondern führt sie — abgesehen davon, dass in diesem Falle die Verkürzungen stärker sind, in dieselbe Form, die sie auch unabhängig von den Lebenseinflüssen annehmen, mithin bald zu mehr, bald zu weniger ausgesprochenen Varicositäten. Das Auftreten der Varicositäten oder stellenweisen Verdichtungen rührt daher, dass die Fibrillen weiche Fäden sind, die in einem nachgiebigen Medium sich verkürzen, so dass ihnen nicht stricte die gerade Linie vorgezeichnet ist und findet ein vortreffliches Analogon an den Querstreifen mit Essigsäure behandelter verkürzter Sehnenbündel. Auch die knotigen Anschwellungen gewisser glatten Muskelfasern (Fig 39) und die Varicositäten der mit Salpetersäure isolirten contractilen Faserzellen können in Parallele gezogen werden. — Zur Annahme von localen Contractionen, etwa nur der vermeintlichen *Sarcous elements* oder zur Aufstellung, dass die *Sarcous elements* bei den Contractionen ihre Form gar nicht ändern (*Munk*), liegt nicht der geringste Grund vor und wird namentlich der, welcher die grosse Zahl von Muskelelementen kennt, die ohne Querstreifen sich contrahiren und keine Spur von besonderen Fleischtheilchen zeigen, sich hüten, solchen einseitigen Auffassungen sich anzuschliessen. — Das Sarcolemma ist offenbar nicht contractil und betheiligt sich nur durch seine Elasticität an den Verkürzungen der Fasern.

Ueber die Ursachen, welche die Contractionen der Muskeln veranlassen und bedingen, sich weiter auszulassen, ist hier nicht der Ort, ich bemerke daher nur Folgendes. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Fähigkeit der Verkürzung der Muskelsubstanz eigenthümlich innewohnt und durch die Nerven gewissermaassen nur in die Erscheinung gerufen wird, und kann es nach den Resultaten meiner Versuche mit *Urari (Curare)*, namentlich da nun auch *Pelikan* und ich nachgewiesen haben, dass die Muskeln mit Urari vergifteter Thiere vollkommen ebenso leistungsfähig sind als andere, keinem Zweifel unterliegen, dass die quergestreiften Muskeln auch ohne vorherige Einwirkung von Nerven sich verkürzen, dass mithin die *Haller*'sche Irritabilität wirklich besteht, deren Existenz für die glatten Muskeln ohnehin nicht zweifelhaft ist. Welche Vorgänge während der Verkürzung in den Fibrillen stattfinden, ist gänzlich zweifelhaft, doch ist zu hoffen, dass bei weiterer Verfolgung der Gesetze der electrischen Strömungen in den Muskeln, auf der Bahn, welche *Du Bois Reymond* (Untersuchungen über thier. Electricität,

Berlin 1848 u. 49, I. u. II. 1) mit so grossem Erfolge betreten hat, auch in dieses noch dunkle Gebiet Licht dringen wird. Auch über die Art und Weise der Einwirkung der Nerven auf die Muskeln wäre es mehr als Kühnheit eine Aeusserung zu thun, da die Vorgänge in den Nerven noch ebenso dunkel sind, wie in den Muskeln selbst. Nur das kann hervorgehoben werden, dass den anatomischen Thatsachen zu Folge, welche lehren, dass bei vielen Geschöpfen die motorischen Nervenfasern nur mit wenigen Stellen der einzelnen Primitivbündel in Berührung kommen und nirgends in das Innere derselben eindringen, bei der Contraction eine Wirkung der Nerven in gewisse Fernen stattfinden muss.

Die Muskeln besitzen auch Sensibilität und dienen derselben wahrscheinlich die oben beschriebenen wenigen Fäden, die über die ganzen Muskeln sich ausbreiten. Diese sind zu sparsam, um einen Muskel gegen locale Einflüsse empfänglich zu machen, genügen aber doch, wenn sie durch die Zusammenziehung der Gesammtmuskelmasse in Anspruch genommen werden, um dem Sensorium von dem Grade des Druckes, den sie erleiden, Kenntniss zu geben und um bei überangestrengten Organen, in Folge der oft wiederholten Irritationen oder auch der nachfolgenden Compression bei der Steifigkeit der Muskeln, Schmerzen zu veranlassen.

Bei der Untersuchung der Muskeln ist es nöthig, dieselben frisch und mit verschiedenen Reagentien behandelt zu studiren, Muskelprimitivbündel isolirt man am leichtesten an gekochten oder in Spiritus gelegenen Muskeln, an denen man meist auch prächtige Querstreifen findet, ebenso wie nach Behandlung mit Sublimat und Chromsäure. Contractionen erforscht man theils an frischen noch zuckenden Muskeln, am besten von Insecten, die man mit Serum, Eiweiss, *Humor vitreus* befeuchtet, oder nach *Ed. Weber's* Methode, indem man den zu untersuchenden Muskel, z. B. Bauchmuskeln, dünne Extremitätenmuskeln des Frosches, Hautmuskeln, *Diaphragma* kleiner Säugethiere etc, auf einem Stückchen Spiegelglas, das eine folienfreie Stelle besitzt, mit dem Rotationsapparate galvanisirt. In diesem Falle wird der eine Leitungsdrath durch eine Oeffnung im Objecttisch durchgezogen oder sonst neben demselben so fixirt, dass er unveränderlich den einen Stanniolstreifen berührt. Betrachtet man nun den Muskel bei etwa 100maliger Vergrösserung, während man den zweiten Leitungsdrath an den andern Stanniolstreifen bringt, so sieht man im Momente der Schliessung der Kette die Muskelfasern geradlinig sich verkürzen, dichter werden und ihre Querstreifen sich nähern; in diesem Zustande verharren sie dann so lange der Galvanismus einwirkt, bei Unterbrechung des Stromes dagegen verlängern sie sich eben so rasch, als sie sich contrahirten und beugen sich zickzackförmig, wenn der Muskel frei da liegt, nicht aber wenn derselbe durch an Faden befestigte kleine Gewichte gespannt wird, woraus demnach hervorgeht, dass, wenn Zickzackbiegungen im Leben sich finden, was man noch nicht weiss, dieselben nur dann vorkommen können, wenn die Muskeln im Ruhezustande nicht gespannt sind, also z. B. bei einem Beuger, der, nachdem er möglichst auf sein Glied eingewirkt hat, ausruht. Das Sarcolemma ist an Amphibien

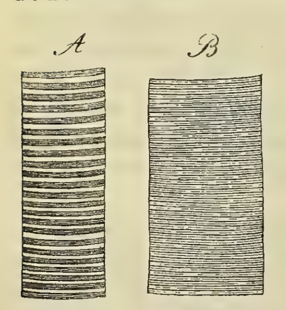


Fig. 115.

Fig. 115. Ein Primitivbündel eines Froschmuskels in verschiedenen Zuständen der Ausdehnung, 350mal vergr. *A*. Das Bündel ausgedehnt und schmal, mit breiten, entfernt stehenden Querstreifen. *B*. Dasselbe beim Nachlass aller Ausdehnung breiter und mit schmalen, dicht stehenden Streifen

und Fischmuskeln, namentlich an Spiritusexemplaren, an denen es meist stellenweise weit von den Fibrillen absteht, leicht nachzuweisen, bei höhern Geschöpfen und beim Menschen zeigt es sich zufällig beim Zerzupfen der Bündel, ferner an in verdünnter Salzsäure macerirten und an gekochten Bündeln und bei Zusatz von Essigsäure und Alkalien. Ich kann hier besonders *Natron caust. dilutum* empfehlen, das in vielen Fällen den Inhalt der Muskelröhren so flüssig macht, dass derselbe in anhaltendem Strome sammt den Kernen aus denselben herausquillt, in welchem Falle dann die Scheiden sehr deutlich zur Anschauung kommen. Nirgends jedoch zeigen sich beim Menschen die Scheiden schöner als bei erweichten, atrophischen, fettig oder anderweitig entarteten Muskeln, und zwar um so mehr, je grösser die Entartung der Fibrillen ist. Die Muskelfibrillen sieht man an ganz frischen Muskeln hie und da, jedoch weniger leicht, ganz schön dagegen, sobald die Todtenstarre eingetreten ist. Leicht isoliren sich dieselben an Spirituspräparaten, besonders der Perennibranchiaten (*Siredon*, *Proteus* etc.), durch Behandlung mit Chromsäure *(Hannover)*, durch 8—21 Tage lange Maceration bei 1—8° R. in Wasser, dem, zur Verhinderung der Fäulniss, etwas Sublimat zugesetzt wird *(Schwann)*; auch Maceration in den Mundflüssigkeiten *(Henle)* erlaubt eine leichte Darstellung derselben, wogegen nach *Frerichs* (*Wagn.* Handwörterb. III. 1. p. 814) im Magen die Bündel in *Bowman*'sche Discs zerfallen, welche Discs am leichtesten durch verdünnte Salzsäure (von $^{1}/_{500}$—$^{1}/_{1000}$) zu erhalten sind (s. oben). Die Kerne der Muskelbündel studirt man am besten nach Essigsäurezusatz; durch Natron (siehe vorhin) kann man dieselben isoliren und durch Kali sehr aufquellen machen *(Donders)*. Ueber die Einwirkung verschiedener Reagentien auf die Muskelelemente vergleiche man noch die Abhandlungen von *Donders* (Holländ. Beitr.) und *Paulsen* (*Observ. microchem. Dorp.* 1849), dann *Lehmann* (Phys. Chem. Bd. III) und die im §. 33 citirten neuern Autoren. Freie Enden von Muskelfasern sieht man an gekochten in Glycerin gelegten Muskeln am besten *(Rollett)*. Die Gefässe der Muskeln studirt man an frischen dünnen Muskeln und an Injectionen, die Nerven an den kleinsten Muskeln des Menschen, in den Muskeln kleiner Säuger, im Hautmuskel der Brust der Frösche mit und ohne Natronzusatz. Das Perimysium und die Gestalt und Lagerung der Muskelfasern zeigen Querschnitte halb trockener Muskeln sehr hübsch, dasselbe gilt auch von den Sehnenelementen. Die Ansätze der letztern an Knochen und ihre Knorpelzellen an diesen Stellen sieht man leicht, an der Achillessehne z. B., auf senkrechten Schnitten getrockneter Präparate, über ihr Verhalten zu den Muskelbündeln siehe den §. 84. Zur Untersuchung der Knorpelzellen in Sehnen macht man von der Oberfläche derselben Flächenschnitte und behandelt sie mit Essigsäure oder sehr verdünntem Natron. Zum Studium der Entwickelungsgeschichte endlich sind vor allem die nackten Amphibien, namentlich in Chromsäure gelegte Larven zu empfehlen und erst in zweiter Linie die Säugethiere.

Literatur der Muskeln. Ausser den beim §. 33 citirten Abhandlungen sind zu berücksichtigen: *G. Valentin*, Artikel „Muskeln" im encyclopädischen Wörterbuch der medicinischen Wissenschaften, Bd. XXIV, S. 203—220. Berlin 1840; *H. R. Ficinus*, *De fibrae muscularis forma et structura Diss. inaug. Lipsiae* 1836. 4. *cum tab.*; *F. Will*, einige Worte über die Entstehung der Querstreifen der Muskeln in *Müll.* Arch. 1843, p. 358; *R. Remak*, über die Entwickelung der Muskelprimitivbündel in Fror. N. Not. 1845, Nr. 768 u. Entw.; *Ed. Weber*, Artikel „Muskelbewegung" in *R. Wagn.* Handwörterb. der Phys. Bd. III. 2. Abth. 1846; *Kölliker*, in *Ann. d. sc. nat.* 1846; *Dobie*, *Obs. on the minute Structure and Mode of Contraction of vol. musc fibre* in *Ann. of nat. hist.* 2. *Ser. III.* 1849; *Lebert*, *Recherches sur la formation des muscles dans les animaux vertébrés* in *Ann. d. sc. n.* 1850. *p.* 205; *Aubert*, Ueber die Structur der Thoraxmuskeln der Insecten, in Zeitschr. f. wiss. Zool. IV. p. 388; *Stannius*, Ueber den Bau der Muskeln von Petromyzon, in Gött. Nachr. 1852. Nr. 17. u. Zeitschr. f. wiss. Zool. IV. Fig. 252; *Donders*, in *Ned. Lancet* 3. *Ser.* 1. *Jaarg. p.* 556; *Gairdner* u. *Barlow*, in *Monthly Journal*, 1853. *p.* 278 u. 872; *Ecker*, *Icon. phys. Taf. XII.*; *Funke*, Atlas der phys. Chem. Taf. X.; *L. Hepp*, Die path. Veränd. d. Muskelfasern. Zürich 1853. Diss.; *Günsburg*, Ueber die erste Entw. d. Muskelgew., in Jahresber. der schles. Gesellsch. 1852. p. 126; *Harting*, in *Het Mikrosk Bd. IV. p.* 188, 268, *Robin*, *sur le devel. d. elem. muscul. in Gaz. méd.*

1855. *p.* 387; *Savory*, *Developm. of Striated muscul. fibre in Phil. Trans.* 1855. *p.* 243; *O. Deiters*, *de incremento musculorum. Diss. Bonnae* 1856; *O. Fick*, Ueber d. Anheft. d. Muskelf. an d. Sehnen. *Müll.* Arch. 1856. p. 425.; *A. Rollett*, Ueber freie Enden quergestr. Muskelf. im Innere d. Muskeln, in Sitzungsb. d. Wien. Akad. 1856. Juni; *Kölliker*, Entw. d. Muskelf. d. Batrachier u. d. Menschen, in Zeitsch. f. wiss. Zool. IX. p. 139, 141; *Welcker*, in Zeitschr. f. rat. Medicin Bd. VIII. (1857) p. 226; *H. Munk*, in Gött. Nachr. 1858. Febr.

Vom Knochensysteme.

§. 91.

Das Knochensystem besteht aus einer grossen Anzahl harter Organe, den Knochen, *Ossa*, von eigenthümlichem, gleichförmigem Baue, welche theils unmittelbar, theils durch Hülfe anderer Gebilde, wie von Knorpeln, Bändern, Gelenkkapseln zu einem zusammenhängenden Ganzen, dem Knochengerüste oder Skelette, *Sceleton*, verbunden sind.

Das Knochengewebe tritt in den Knochen des Menschen hauptsächlich in zwei Formen auf, als festes und als schwammiges *(Substantia compacta et spongiosa)*. Erstere ist nur scheinbar ganz solide und lässt schon für das blosse Auge enge, in verschiedener Richtung sie durchziehende Canälchen erkennen, zu denen die mikroskopische Untersuchung noch eine grosse Zahl feinerer beigesellt. Diese Gefässcanälchen oder Haversischen Canälchen (Markcanälchen der Autoren) fehlen in der schwammigen Substanz, man kann sagen, fast ganz und werden durch weitere, rundliche oder längliche, ohne Vergrösserung sichtbare, mit Mark (bei einigen Knochen durch Venen oder Nerven [Schnecke]) erfüllte Räume, die Markräume oder Markzellen *(Cancelli, Cellulae medullares)*, vertreten, welche, alle miteinander anastomosirend, das in geringer Menge vorhandene, in Gestalt von Fasern, Blättchen und Bälkchen netzförmig verbundene Knochengewebe durchziehen. Sind die Räume grösser, so heisst die Substanz *Substantia cellularis*, sind sie kleiner *Substantia reticularis*. Letztere nähert sich an einigen Orten, wo ihre Lücken sehr enge, die Knochenbälkchen stärker werden, compacter Knochensubstanz, ohne jedoch wirklich solche zu werden, und geht an anderen ohne scharfe Grenze in compactes Gewebe über, was jedoch nicht beweist, dass beide Substanzen identisch sind, sondern, wie die Entwickelungsgeschichte lehren wird, einfach davon herrührt, dass sehr häufig die spongiöse Substanz durch theilweise Auflösung compacter entsteht. — Der Antheil, den die beiden genannten Substanzen an der Bildung der verschiedenen Knochen und Knochentheile nehmen, ist ein sehr verschiedener. Nur an wenigen Orten findet sich compacte Substanz für sich selbst ohne Gefässcanäle, so an der *Lamina papyracea* des Siebbeins, einigen Theilen des Thränen- und Gaumenbeins u. s. w., häufiger noch solche mit Gefässcanälchen ohne schwammiges Gewebe, wie bei manchen Individuen an den dünnsten Stellen

des Schulterblattes, des *Os ilium*, der Hüftpfanne, der platten Schädelknochen *Ala magna, parva*, *Proc. orbitalis Ossis frontis* etc.). Schwammiges Gewebe mit einer dünnen compacten Rinde ohne Gefässcanälchen zeigen die Gehörknöchelchen, die überknorpelten Flächen aller Knochen, vielleicht auch kleinere schwammige Knochen. An allen andern, mithin an den meisten Orten finden sich beide Substanzen vereint, jedoch so, dass bald die schwammige Substanz vorwiegt (schwammige Knochen und Knochentheile), wie in den Wirbeln, Hand- und Fusswurzelknochen, bald die compacte, wie in den Diaphysen der langen Knochen, oder beide sich so ziemlich das Gleichgewicht halten, wie in den platten Knochen.

§. 92.

Feinerer Bau des Knochengewebes. Das Knochengewebe besteht aus einer dichten, meist undeutlich geschichteten und von Gefässcanälen durchzogenen Grundsubstanz und vielen mikroskopischen kleinen Räumen, den Knochenhöhlen (Knochenkörperchen der Autoren) mit sehr feinen hohlen Ausläufern, den Knochencanälchen.

Die Gefässcanälchen der Knochen oder die Haversischen Canäle, *Canaliculi vasculosi s. Haversiani* (Markcanälchen, *Can. medullares* der Autoren) sind feine Röhrchen von 0,01—0,05‴ Breite im Mittel, 0,004—0,18‴ in den Extremen, die mit Ausnahme der vorhin genannten Localitäten überall in der compacten Knochensubstanz sich finden und in derselben ein weitmaschiges, in der Form dem der Capillargefässe ähnliches Netz bilden. In den Röhrenknochen auch in den Rippen, dem Schlüsselbein, dem Scham- und Sitzbein, dem Unterkiefer laufen sie vorzüglich der Längsaxe des Knochens parallel und zwar auf

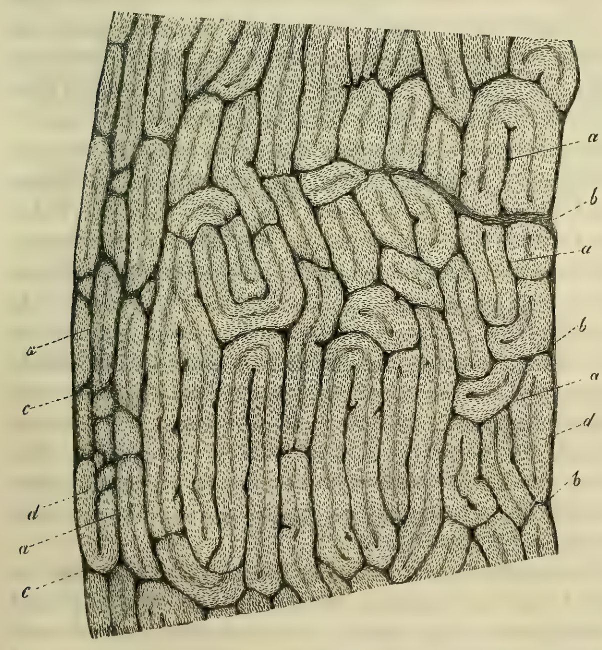


Fig. 116.

Fig. 116. Segment eines Querschliffes aus der Diaphyse des *Femur* eines 18jährigen Individuums, 25mal vergr. *a*. Haversische Canäle, *b*. Ausmündung derselben nach innen, *c*. nach aussen, *d*. Knochensubstanz mit Knochenhöhlen; Querschnitte von Gefässcanälchen und Grundlamellen sind hier keine da.

dem Flächen- wie auf dem senkrechten Längsschnitte in Abständen von 0,06 —0,14''' und setzen sich durch quere oder schiefe, sowohl in der Richtung der Radien als dem der Tangenten des Knochenquerschnittes verlaufende Aestchen in Verbindung. Man sieht daher bei kleinen Vergrösserungen in einem Flächen- oder senkrechten Längsschnitte eines solchen Knochens vorzüglich der Länge nach laufende parallele, nahe beisammengelegene Canälchen hie und da mit Verbindungsästen, wodurch gestreckte, meist rechteckige Maschen entstehen, die in junger Knochensubstanz (Fig. 117) viel dichter stehen, als in fertigen Lagen (Fig. 122), und auf dem Querschnitte vorzüglich Querschnitte der Canälchen in ziemlich bestimmten kleinen Abständen (Fig. 118), hie und da, besonders häufig in jüngeren Knochen, mit einem tangential verlaufenden Verbindungsaste und einigen Anastomosen in der Richtung der Radien. Fötale und unentwickelte Knochen (bei Menschen noch bei 18jährigen) zeigen auf Querschnitten fast keine quergetroffenen, sondern vorzüglich horizontal in der Richtung der Tangenten und der Radien verlaufende Canälchen (Fig. 116), so dass die Knochen ganz aus kürzeren dicken Schichten zu bestehen scheinen, von denen jede bei näherer Betrachtung als immer zwei Canälchen angehörend sich ergiebt, welche Trennung auch durch eine blasse Mittellinie in jeder Schicht angedeutet ist.

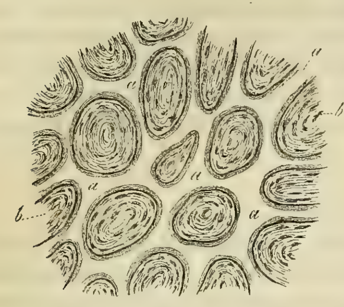


Fig. 117.

In den platten Knochen verlaufen die Canälchen die wenigsten in der Richtung der Dicke des Knochens, sondern fast alle parallel mit seiner Oberfläche und zwar meist in Linien, welche man als von einem Punkte (*Tuber parietale*, *frontale*, obere vordere Ecke der *Scapula*, Gelenktheil des Darmbeins) pinsel- oder sternförmig nach einer oder mehreren Seiten ausstrahlend sich denken kann, seltener, wie im Brustbein, alle einander parallel. — In den kurzen Knochen endlich ist es meist auch eine Richtung, welche vor der andern vorwiegt, so in den Wirbelkörpern die senkrechte, in der Hand- und Fusswurzel die Längsaxe der Extremität u. s. w., doch ist zu bemerken, dass stärkere Fortsätze dieser Knochen z. B. die Wirbelfortsätze, oft abweichend und gerade wie die anderer Knochen, z. B. der *Proc. coracoideus*, *styloideus* etc., d. h. jeder wie ein kurzer Röhrenknochen sich verhalten. Die Blättchen, Fasern und Balken der spongiösen Substanz enthalten nur, wenn sie dicker sind, hie und da Gefässcanäle.

Da die Haversischen Canälchen Gefässcanälchen sind, öffnen sie sich an gewissen Orten und zwar 1) an der äussern Oberfläche der Knochen und 2) an den Wänden der Markhöhlen und Markräume im Innern, allwo man überall feine und gröbere, zum Theil mit blossem Auge sichtbare Poren und

Fig. 117. Haversische Canälchen aus den oberflächlichen Schichten des *Femur* eines 18jährigen Individuums mit Salzsäure behandelt, 60mal vergr. *a*. Canäle, *b*. Knochensubstanz mit Knochenhöhlen.

zwar um so zahlreicher, je dicker die Rinde eines Knochens ist, wahrnimmt. Das Verhältniss der Gefässcanälchen in der *Substantia compacta* zu diesen von aussen und innen eindringenden Canälchen ist jedoch nur theilweise das, wie zwischen den Zweigen und Stämmen von Gefässen, nämlich nur in den äussersten und innersten Schichten der Rinde. Im Innern der Rinde stehen die Canälchen selbständig für sich da und lassen sich in morphologischer Beziehung am passendsten mit einem Capillarnetz vergleichen, das an seinen Grenzen an vielen Stellen mit grösseren Canälen in Zusammenhang steht. — Wo Rindensubstanz an schwammige Substanz anstösst, wie innen an den Enden der Diaphysen und im seitlichen Umfange der Apophysen gehen die Gefässcanälchen bald plötzlich, bald ganz allmählich, trichterförmig weiter werdend und häufiger anastomosirend, in engere oder weitere Markräume über, so dass oft zwischen beiden keine scharfe Grenze sichtbar wird. Blinde Endigungen der Gefässcanälchen habe ich noch nirgends gesehen, doch ist sicher, dass dieselben an manchen Stellen auch an der Oberfläche auf grosse Strecken geschlossene Netze bilden müssen, nämlich da, wo keine oder sehr wenige Gefässe in die compacte Substanz eindringen, wie an den Ansatzstellen vieler Sehnen und Bänder, unter manchen Muskeln (Temporalisursprung am Scheitelbein).

Unter dem Namen „*Haversian Spaces*“ Haversische Räume, beschreiben *Tomes* und *de Morgan* die unregelmässigen Räume, welche in jüngeren Knochen durch Auflösung schon gebildeter Knochensubstanz entstehen und statt von einfachen Lamellen von einer gewissen Zahl mehr weniger zerstörter Lamellensysteme begrenzt sind und in Knochen jeden Alters sich finden (l. c. p. III. Tab. VI. Fig. 2—4). Wenn solche Räume später wieder mit Knochenmasse sich füllen und in ein neues Lamellensystem sich umwandeln, so ist dann die äussere Contour desselben unregelmässig, wie es meine Fig. 119 darstellt und wie man dies in der That bei vielen derselben findet.

§. 93.

Die Grundsubstanz der Knochen ist geschichtet und kommen die Knochenlamellen, *Laminae ossium* (Fig. 118) schon an Schliffen, noch deutlicher an der Kalkerde beraubten, an verwitterten und calcinirten Knochen zum Vorschein, so dass dieselben sich abblättern und am Knochenknorpel auch mit der Pincette sich darstellen lassen. Dieselben bilden an den Mittelstücken von Röhrenknochen zwei Systeme, ein allgemeines, welches der äusseren und inneren Oberfläche der Knochen parallel verläuft, und viele specielle, die die einzelnen Haversischen Canälchen umziehen, welche Systeme zwar an einigen Orten in directem Zusammenhange stehen, aber doch an den meisten Stellen einander nur apponirt sind und daher füglich als zweierlei betrachtet werden können, welche Auffassungsweise auch durch die Entwickelungsgeschichte theilweise unterstützt wird.

Die Lamellen der Haversischen Canälchen (Fig. 118 *c*, 119 *b*) stehen zu mehreren oder vielen concentrisch, jedoch nicht immer ganz um dieselben herum, bilden gleichsam deren Wandungen und hängen durchweg mit einander zusammen, in ähnlicher Weise, wie etwa die Schichten der Wände stärkerer Gefässe ineinander sich fortsetzen. Die Zahl der zu

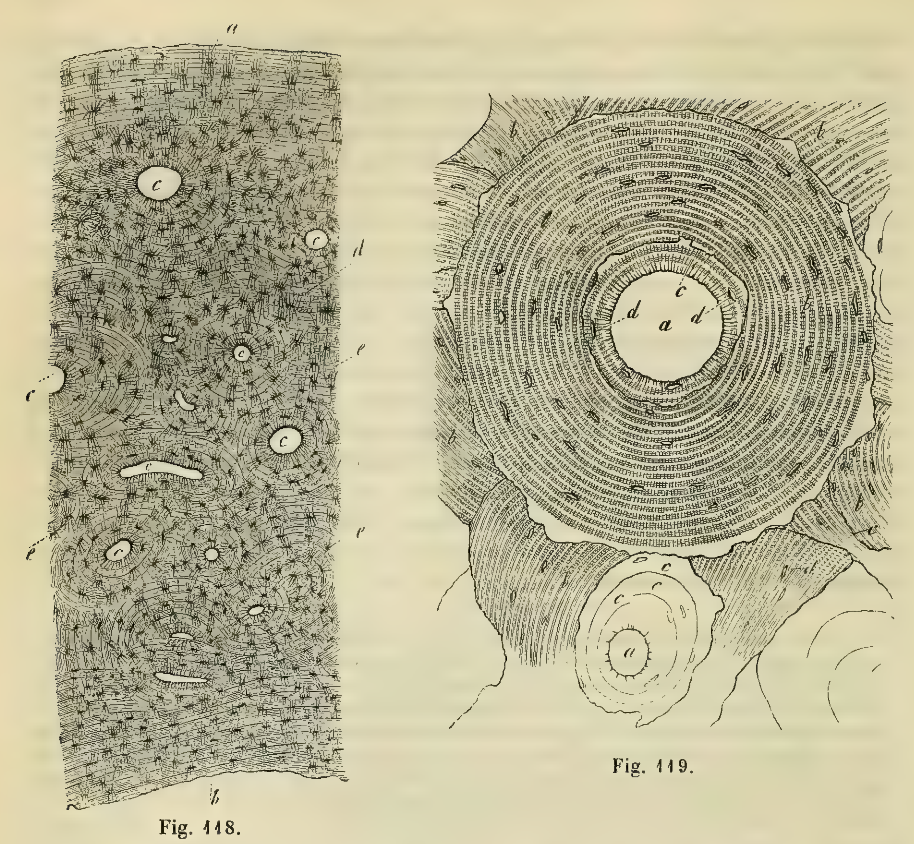


Fig. 118.

Fig. 119.

einem Canälchen gehörenden Lamellen und die Gesammtdicke ihrer Lamellensysteme variirt nicht unbedeutend. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass die weitesten Canäle dünne Wände, die von mittlerer Stärke dicke und die dünnsten wieder wenig mächtige Hüllen besitzen. Die dünnsten Wandungen, die ich überhaupt sah, betrugen 0,008—0,02‴, die dicksten 0,08—0,1‴. Die Dicke der Lamellen schwankt zwischen 0,002 und 0,005‴ und beträgt im Mittel 0,003—0,004‴; ihre Zahl ist in der Regel 8—15, geht aber einerseits bis zu 4 und 5, andrerseits bis zu 18—22.

Die Lamellen der Haversischen Canälchen kommen mit ihren Canälchen bis an die innere und äussere Oberfläche der Diaphysen und stehen hier mit

Fig. 118. Segment eines Querschliffes von einem menschlichen Metacarpus mit concentrirtem Terpentinöl behandelt. 90mal vergr. *a.* Aeussere Oberfläche des Knochens mit den äussern Grundlamellen. *b.* Innere Oberfläche gegen die Markhöhle mit den inneren Lamellen. *c.* Haversische Canälchen im Querschnitt mit ihren Lamellensystemen. *d.* Interstitielle Lamellen. *e.* Knochenhöhlen und ihre Ausläufer.

Fig. 119. Ein Stückchen eines Querschliffes der Diaphyse des Humerus, 350mal vergr., mit Terpentinöl. *a.* Haversische Canäle. *b.* Lamellensysteme derselben, jede Lamelle mit einem helleren und dunkleren Theil und radiären Streifen in letzterem. *c.* Dunklere Linien, die wahrscheinlich grössere Intermissionen in der Ablagerung der Knochensubstanz bezeichnen. *d.* Knochenhöhlen ohne sichtbare Strahlen. Nach einem Präparat von *H. Müller.*

den schon erwähnten allgemeinen Lamellen, den Grundlamellen, *Laminae fundamentales* (Fig. 118), in Verbindung, die, wo sie gut entwickelt sind, was nicht in allen Knochen der Fall ist, eine äussere und eine innere Schicht bilden und sich auch ausserdem mehr weniger zwischen die einzelnen Haversischen Lamellensysteme hineinziehen. Die erstern beiden Lagen, oder die äussern und innern Grundlamellen, laufen der äussern und innern Oberfläche des Knochens parallel, und wechseln, ohne dass sich eine bestimmte Regel erkennen lässt, in ihrer Dicke von 0,02—0,3‴, selbst 0,4‴. Die letzteren oder die interstitiellen Grundlamellen sieht man am deutlichsten, wo die oberflächlichen Grundlamellen entwickelt sind, mit diesen in theilweiser Verbindung und ihnen parallel von aussen und innen eine Strecke weit in die Dicke der Diaphyse eindringen und mit Massen von 0,02—0,12‴ zwischen die andern Lamellen sich einschieben (Fig. 118 *d*). Im Innern der *Subst. compacta* dagegen stehen beim Menschen die Systeme der Haversischen Canäle gewöhnlich so dicht, dass von besondern Lamellengruppen zwischen ihnen keine Rede ist, und ergiebt sich, was als scheinbar der Oberfläche parallele Lamellen auf Querschnitten hier sich zeigt, fast immer als horizontal verlaufenden Canälchen angehörig; nur selten erscheinen auch hier deutlichere Zwischenmassen, wie dies bei Säugethieren Regel ist, welche jedoch mit *Tomes* und *de Morgan* am besten als Reste absorbirter Haversischer Systeme betrachtet werden. Die Dicke der einzelnen Lamellen der eben beschriebenen Systeme ist wie bei denen der Haversischen Canäle und wechselt deren Zahl von 10—100.

Bisher war nur von den Diaphysen der langen Knochen die Rede. In den Apophysen der langen Knochen zeigt die dünne Rinde natürlich nur wenige Systeme Haversischer Canälchen, diese jedoch beschaffen wie anderwärts. Die äussern Grundlamellen sind spärlich, innen fehlen dieselben ganz wegen der hier befindlichen spongiösen Substanz. In dieser zeigen die sehr spärlichen Haversischen Canälchen ihre Lamellensysteme wie gewöhnlich nur dünn und der Rest besteht aus einem, je nach der Beschaffenheit des knöchernen Netzwerkes, lamellösen und faserigen Gewebe, welches im Allgemeinen wie die Contouren der Markräume und Markzellen verläuft. Ebenso verhalten sich auch die platten und kurzen Knochen im Innern, während die Rinde derselben nur darin von derjenigen der langen Knochen abweicht, dass die Grundlamellen in den platten Knochen Blätter bilden, welche den beiden Flächen dieser Knochen parallel verlaufen. Die Dicke der Grundlamellen beträgt an Schädelknochen (Scheitelbein) bald innen und aussen gleichviel, nämlich 0,08—0,16‴, bald fehlen dieselben an gefässreichen Orten stellenweise ganz und gehen die Haversischen Lamellen fast bis zur Oberfläche.

Anlangend den feineren Bau der Knochenlamellen, so zeigt ein trockner, polirter, gehörig feiner Knochenschliff, am besten ein Querschliff, abgesehen von den Knochenhöhlen und Knochencanälchen, in den meist nicht besonders deutlichen Lamellen in der Regel eine äusserst feine, jedoch sehr deutliche Punktirung, die nicht von querdurchschnittenen Canälchen herrührt, wie neulich *Henle* und *Gerlach* muthmaasten, so dass das ganze Knochengewebe granulirt und wie aus einzelnen sehr dicht stehenden, 0,0002‴

grossen und blassen Körnchen zusammengesetzt erscheint (Fig. 120). — Setzt man zu einem Knochenschliffe Wasser oder eine leichte Zucker- oder Eiweisslösung, so wird derselbe in einen Zustand versetzt, den er wahrscheinlich auch im Leben darbietet. Die Lamellen treten (auf Quer- und senkrechten Schnitten) meist klar hervor und ihr körniges Ansehen ist ganz deutlich, jedoch nicht so rein ausgesprochen wie früher. Einmal nämlich zeigt sich neben den Körnchen noch eine dichte blasse Streifung, welche, von den mit Flüssigkeit erfüllten Ausläufern der Knochenhöhlen herrührend, in verschiedenen Richtungen durch das Gewebe zieht und dessen Zeichnung complicirter macht und dann erscheinen in jeder Lamelle wie zwei Schichten, eine blasse, mehr homogene und eine dunklere, granulirte, welche letztere auch vorzugsweise streifig ist. Ist dieses Verhältniss klar ausgesprochen, so entstehen äusserst zierliche Bilder, welche an die Durchschnitte gewisser Harnsteine erinnern (Fig. 119) Kennt man dieses Verhältniss einmal von befeuchteten Schliffen her, so gelingt es dann auch hie und da Andeutungen davon in trocknen Präparaten zu finden. Behandelt man einen Knochen mit Salzsäure, so zeigt derselbe auf Quer- und senkrechten Schnitten minder deutliche Körnchen und Streifen (von den Knochencanälchen herrührend), wohl aber den lamellösen Bau recht deutlich, und meist auch an jeder Lamelle zwei Schichten, jedoch lange nicht so ausgeprägt wie in Fig. 119. Auf Flächenschnitten erscheint der Knochen an vielen Stellen fast ganz homogen ohne Spur von Granulirung, an andern treten ein undeutliches körniges Wesen, kleine Pünktchen *(Deutsch)* und daneben noch eine Längsstreifung auf, welche letztere dem Ganzen ein faseriges Ansehen giebt. In der That schreibt auch *Sharpey* den Knochen eine Zusammensetzung aus sich kreuzenden Fäserchen zu und habe ich bei ihm Präparate gesehen, die dieselben sehr deutlich zeigen. Ausserdem erscheint und zwar besonders am Knochenknorpel der *Subst. compacta* ein grobfaseriges Ansehen, das vielleicht von den Faserbündeln des früheren Blastemes herrührt; doch hüte man sich Längsschnitte von Lamellen für solche Fasern zu halten. Verbrennt man Knochen und zerdrückt man die Fragmente davon, so kommen nach *Tomes* kleine eckige Körnchen zum Vorschein, von $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{6}$ des Diam. menschlicher Blutkörperchen nach *Tomes*, $\frac{1}{6000}$—$\frac{1}{14000}''$ nach *Todd-Bowman*, welche auch beim Kochen derselben im Papinianischen Topfe deutlich werden. Hierauf und auf das granulirte Ansehen frischer Knochen, auf das auch *Tomes* und *Todd-Bowman* aufmerksam machen, ferner auf die ungefähr gleiche Grösse der hier zu sehenden Körnchen mit den

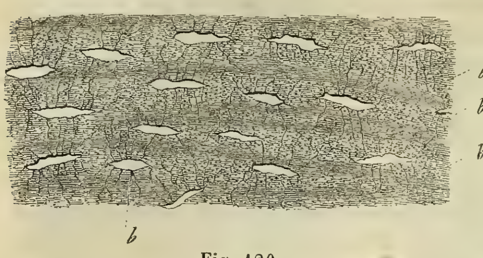


Fig. 120.

Fig. 120. Ein Stückchen eines senkrechten Schliffchens von einem Scheitelbein, 350mal vergr. *a.* Lacunen mit blassen, nur zum Theil sichtbaren Ausläufern wie im natürlichen Zustande mit Flüssigkeit gefüllt, *b.* granulirte Grundsubstanz. Die streifigen Stellen bedeuten die Grenze der Lamellen.

von *Tomes* dargestellten, endlich auf den Umstand, dass mit Salzsäure behandelte und calcinirte Knochen beide eine vollkommen homogene Substanz ohne Lücken darstellen, lässt sich annehmen, dass das Knochengewebe aus einem innigen Gemenge anorganischer und organischer Verbindungen in Gestalt fest verbundener feiner Körnchen besteht.

Nach *Tomes* und *de Morgan* sind manchmal mehrere Haversische Lamellensysteme von gemeinschaftlichen Lamellen rings umgeben und bilden ein zusammengesetztes System (l. c. Tab. VI. Fig. 5).

§. 94.

Knochenhöhlen und Knochencanälchen, *Lacunae et Canaliculi ossium*. Durch die ganze Knochensubstanz zerstreut, in allen Lamellen sieht man an trocknen Knochenschliffen mikroskopische, kürbiskernartige Körperchen mit vielen feinen verästelten und zum Theil anastomosirenden Strahlen, welche ihre dunkle, bei auffallendem Licht weisse Farbe nicht Ablagerungen von Kalksalzen verdanken, wie man früher glaubte, wo man dieselben Knochen- oder Kalkkörperchen nannte, sondern einfach einer Füllung mit Luft. In frischen Knochen findet man in jeder Knochenhöhle eine sie ganz erfüllende zartwandige Zelle mit hellem Inhalt und einem Kern, welche mit vielen feinen Ausläufern in die Knochencanälchen sich erstreckt und mit ähnlichen Ausläufern benachbarter Zellen sich verbindet. Ich nenne diese Zellen ihrem Entdecker zu Ehren die *Virchow*'schen Knochenzellen und werde weiter unten noch ihre grosse physiologische Bedeutung erörtern.

Obschon die *Virchow*'schen Zellen eigentlich das Bedeutungsvollere sind, so wird doch in der folgenden Beschreibung mehr von den sie genau umschliessenden Knochenhöhlen die Rede sein, weil diese an den Knochen, die man gewöhnlich untersucht, fast allein in die Augen springen. Dieselben sind länglich runde, abge-

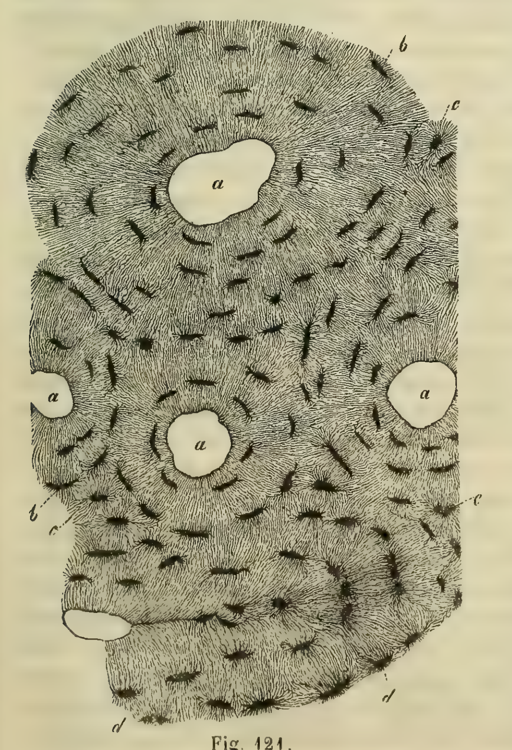


Fig. 121.

Fig. 121. Aus einem Querschliff der Diaphyse des Humerus, 350mal vergr. *a*. Haversische Canäle. *b*. Knochenhöhlen mit ihren Canälen in den Lamellen derselben. *c*. Knochenhöhlen der interstitiellen Lamellen. *d*. Solche mit einseitig abgehenden Strahlen an der Oberfläche Haversischer Systeme.

plattete Räume von 0,01—0,024‴ Länge, 0,003—0,006‴ Breite und 0,002—0,004‴ Dicke, die sowohl von den Rändern als und namentlich von den Flächen eine grosse Zahl von sehr feinen, 0,0005—0,0008‴ messenden Canälchen, die erwähnten Knochencanälchen, abgeben (Fig. 121, 122 und 123). Die Knochenhöhlen sind in den beiderlei beschriebenen Lamellensystemen gleich zahlreich und so dicht an einander gelagert, dass nach *Harting* (l. c. p. 78) auf 1□mm· 709—1120, im Mittel 910 derselben kommen. Sie liegen meist in den Lamellen drin, aber auch zwischen denselben, und stehen ohne Ausnahme mit ihren breiten Seiten parallel den Oberflächen der Lamellen. Die von ihnen ausgehenden Canälchen durchsetzen in unregelmässigem, oft zierlich gebogenem Verlauf und mehrfach verästelt die Knochensubstanz nach allen Richtungen, gehen jedoch vorzüglich einerseits von den zwei Flächen der Knochenhöhlen aus gerade durch die Lamellen und zweitens parallel mit den Haversischen Canälchen u. s. w. von den beiden Polen der Höhlen ab. Nur an gewissen kleinen Stellen enden dieselben blind, an allen andern Orten anastomosirt ein Theil von ihnen auf's mannigfachste mit den Poren benachbarter Höhlen, während ein anderer Theil in die Gefässcanälchen, in die Markhöhle und in die Markräume der *Subst. spongiosa* einmündet oder an der Oberfläche des Knochens frei ausgeht. So entsteht ein die ganze Knochensubstanz durchziehendes zusammenhängendes System von Lücken und Canälchen, durch welches vermittelst der in denselben befindlichen *Virchow*'schen Zellen der aus den Knochengefässen ausgeschiedene Nahrungssaft auch ins dichteste Gewebe hineingeleitet wird.

Die Knochenhöhlen und ihre Canälchen verhalten sich nicht in allen Theilen der Knochen ganz auf dieselbe Weise. In den Lamellensystemen der Haversischen Canälchen liegen auf dem Querschnitte die länglichen Höhlen ihrer Krümmung wegen wie concentrisch und ihre ausnehmend zahlreichen Poren bedingen eine sehr dichte, radiäre, von dem Gefässcanal ausgehende Streifung (Fig. 121). Die Höhlen sind bald äusserst zahlreich, bald spärlicher; im ersteren Falle sind sie meist ziemlich regelmässig alternirend oder in der Richtung der Radien der Lamellensysteme hintereinander gelagert, manchmal aber auch sehr regellos gestellt, haufenweise beisammen (siehe den unteren Theil von Fig. 121) oder durch grössere Zwischenräume getrennt. Auf Flächen- und Längsschnitten (Fig. 122) sieht man einmal, wenn der Schnitt mitten durch ein Haversisches Canälchen geht, die Höhlen als schmale, lange Gebilde reihenweise hintereinander und in mehrfachen Lagen parallel den Canälchen mit ebenfalls zahlreichen Poren, die vorzüglich gerade nach innen und aussen (also quer durch die Lamellen), einem kleineren Theile nach parallel der Längsaxe der Canäle abgehen. Trifft der Schnitt die Oberfläche eines Lamellensystemes, so bieten sich die Höhlen von der Fläche dar und erscheinen dann von sehr zierlicher Gestalt, rundlich oder oval (Fig. 122 *c* und 123), unregelmässig begrenzt mit einem ganzen Büschel von Poren, die gerade dem Beobachter sich zuwenden und daher mehr oder weniger verkürzt erscheinen, und einer geringeren Anzahl anderer, die in der Fläche der Lamellen sich ausbreiten. Hie und da sieht man auch in den dünnsten Stellen eines Schliffes ein Büschel quer durchschnittener Poren, ohne die

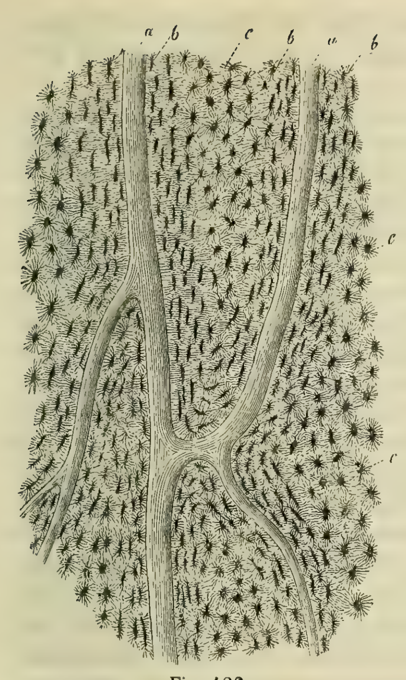


Fig. 122.

dazu gehörige Höhle, was dann demselben ein siebförmiges Ansehen giebt. Die innersten Lacunen eines Haversischen Systems senden die von ihrer innern Fläche ausgehenden Canälchen Alle nach dem Haversischen Canale hin und münden durch sie in denselben aus, wie man auf feinen senkrechten und queren Schliffen mit Luft gefüllter Knochen und an den Wänden der Länge nach angeschliffener Markcanäle deutlich sieht. Von den Rändern und von der äussern Fläche derselben gehen andere Canälchen ab, welche vielleicht hie und da blind enden, vorzüglich aber mit denen der benachbarten, namentlich äusseren Höhlen zusammenmünden. So zieht sich, indem auch die folgenden Höhlen alle miteinander sich verbinden, das Netz von Canälchen und Lacunen bis zur äussersten Lamelle des Systemes, woselbst die Höhlen entweder mit denen benachbarter Systeme oder intermediärer La-

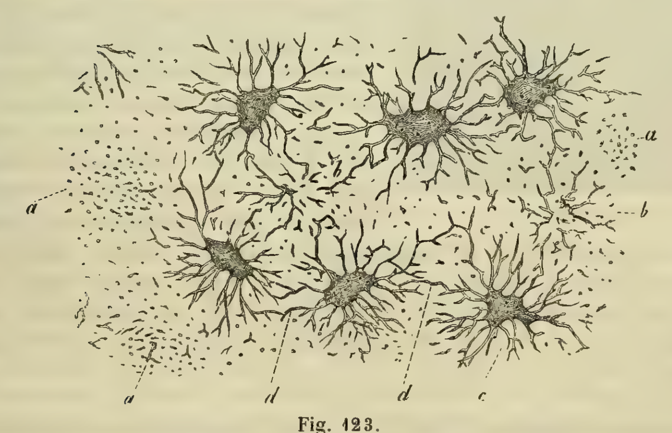


Fig. 123.

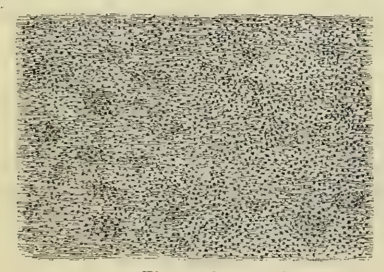
mellen sich verbinden oder für sich enden, in welch' letzterem Falle (Fig. 121 *d*)

Fig. 122. Flächenschliff aus der Diaphyse eines menschlichen Femur, 100mal vergr. *a*. Gefässcanälchen, *b*. Knochenhöhlen von der Seite, zu den Lamellen derselben gehörend, *c*. solche von der Fläche, aus der Fläche nach ausgeschliffenen Lamellen.

Fig. 123. Knochenhöhlen von der Fläche mit den Knochencanälchen aus dem Scheitelbein, 450mal vergr. Die Pünktchen auf den Höhlen oder zwischen denselben gehören durchschnittenen Canälchen an, oder sind die Mündungen solcher in die Höhlen. *aaa*. Gruppen von Querschnitten von Canälchen, je zu einer Höhle gehörend, die durch den Schliff zerstört wurde.

ihre Poren Alle oder wenigstens die meisten und die längsten nach innen, d. h. nach dem Gefässcanälchen zu, von dem die Ernährungsflüssigkeit herkommt, abgehen.

In der interstitiellen Knochensubstanz zwischen den Haversischen Systemen stehen, wenn dieselbe in geringer Menge da ist, die spärlichen, oft nur zu 1—3 vorhandenen Knochenhöhlen mehr unregelmässig und haben auch eine mehr rundliche Gestalt (Fig. 121 *c*); ist dieselbe deutlich lamellös und massenhafter, so liegen die Höhlen auch geordneter mit ihren Flächen parallel denen der Lamellen. Auch die Poren dieser Höhlen verbinden sich unter einander und mit denen benachbarter Systeme. In den äusseren und inneren Grundlamellen endlich stehen die Höhlen alle mit ihren Flächen parallel den Flächen der Lamellen und demnach meist nach innen und aussen gewendet. Auf Querschnitten erscheinen sie gerade wie die der Haversischen Systeme, nur, mit Ausnahme der kleinsten Röhrenknochen, wenig oder fast gar nicht gekrümmt. Senkrechte und Flächenschnitte verhalten sich, wie schon oben beschrieben, mit der Beschränkung jedoch, dass man hier natürlich eine grössere Zahl von Höhlen von der Fläche beisammen sieht und auch das schon erwähnte siebförmige Ansehen, das den Knochen viele Aehnlichkeit mit gewissen Zahnschliffen giebt (Fig. 123), häufiger beobachtet. Die Canälchen dieser Lamellen münden zum Theil wie gewöhnlich mit einander zusammen, zum Theil gehen sie an der äusseren und inneren Oberfläche der Knochen frei aus (Fig. 124). Wo Sehnen und Bänder an Knochen sich ansetzen, stehen vielleicht die Canälchen der äussersten Knochenhöhlen mit den angrenzenden Saftzellen in Verbindung oder enden blind, ein Verhältniss, dass auf jeden Fall an den überknorpelten Knochenstellen (Gelenkenden, Rippen, Wirbelkörperoberflächen etc.) sich findet. In den Balken, Fasern und Blättern der spongiösen Substanz haben die Knochenhöhlen alle möglichen Richtungen, stehen jedoch mit ihrer Längsaxe derjenigen der Fasern, Balken etc. meist parallel und mit ihren Flächen nach den Markräumen zu gerichtet. Sie anastomosiren auch hier durch ihre Poren und gehen die äussersten mit denselben frei in die Markräume ein.


Fig. 124.

Mit Bezug auf den Inhalt der Knochenhöhlen so fanden *Donders* und ich, dass derselbe eine helle, wahrscheinlich zähe Flüssigkeit mit einem Zellenkern ist. Kocht man nämlich Knochenknorpel in Wasser oder in *Natron causticum* 1—3 Minuten, so treten diese Kerne oft sehr deutlich hervor, oder erscheinen dunkle Körperchen, die als contrahirter Zelleninhalt sammt dem Kern, analog den Knorpelkörperchen, anzusehen sind. Hierauf gelang dann *Virchow* (s. Würzb. Verh. I. Nr. 13) die Entdeckung,

Fig. 124. Ein Stückchen der Oberfläche des Schienbeines des Kalbes von Aussen gesehen. 350mal vergr. Die vielen Pünktchen sind die Oeffnungen der Knochencanälchen, die dunklen grösseren undeutlichen Flecken die aus der Tiefe durchscheinenden zu ihnen gehörenden Knochenhöhlen.

dass durch Maceration von Knochen in Salzsäure die Knochenhöhlen und Canälchen als sternförmige Zellen sich isoliren lassen, eine Thatsache, die obschon von mir, *Hoppe*, *Brandt* und *Gerlach* bestätigt, doch erst dann ihr volles Verständniss fand, als einmal durch *Remak* und mich die Lehre vom Primordialschlauch auf die thierischen Zellen übertragen (s. §. 16) und zweitens durch *Virchow* auch die Umwandlung von Saftzellen in Knochenzellen und durch *H. Müller* die der Knorpelzellen in solche nachgewiesen wurde. Demzufolge sind die *Virchow*'schen Knochenzellen gleich zu setzen den Primordialschläuchen der Zellen des ossificirenden Knorpels und den Saftzellen der Periostablagerungen, während die Knochenhöhlen einfach Lücken in der ossificirten Grundsubstanz darstellen. — Im Pferdecement isoliren sich durch Maceration in Salzsäure, wie ich finde, die Knochenzellen mit einer äusseren kapselartigen dicken Hülle.

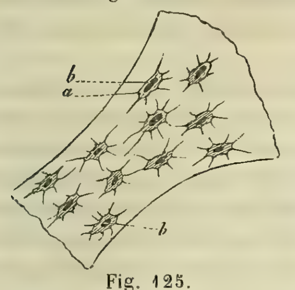


Fig. 125.

Tomes und *de Morgan* beschreiben in den oberflächlichen Lamellen der Knochen besondere Canälchen. Lange Röhrchen ziehen in Bündeln oder einzeln mehr weniger schief von der Oberfläche gegen das Innere des Knochens und sind, wenn länger, manchmal ein oder zweimal mit einem unter einem spitzen Winkel gebogen. Mir scheinen diese nicht gerade häufig vorkommenden Canälchen, die ich von Präparaten dieser Autoren kenne, und die nach ihnen besondere Wandungen haben und mit den Knochencanälchen communiciren, mit den weiter unten abgebildeten Röhrchen im Cement in eine Linie gestellt werden zu müssen. — Dieselben Autoren schildern unter dem Namen „ossificirte Knochenzellen" Knochenhöhlen, welche von ossificirten Kapseln umgeben sind, ähnlich denen aus dem Cement des Pferdezahnes; dieselben sollen besonders in den Knochen alter Leute vorkommen und nach Maceration derselben in den Markräumen in Menge als ein weisses Pulver gefunden werden, aber auch bei jüngern Leuten nicht ganz fehlen (l. c. Tab. VII. Fig. 5). — An mit Salzsäure extrahirten Röhrenknochen junger Thiere sieht *Harting* an feinen Querschnitten besondere Faserzellen (Knochenzellen, ich), mit 2—4 Ausläufern, welche die äussersten Lamellen benachbarter Haversischer Systeme verbinden und an Schliffen lange luftführende Höhlen bilden (*Het Mikr. IV. p.* 289. *Tab. III. Fig.* 44).

§. 95.

Beinhaut, *Periosteum*. Unter den Weichtheilen der Knochen ist die Beinhaut einer der wichtigsten. Dieselbe ist eine durchscheinende oder mehr undurchsichtige, leicht glänzende oder weissgelbliche, gefässreiche, dehnbare Haut, welche einen guten Theil der Oberfläche der Knochen überzieht und durch die vielen Gefässe, welche sie in das Innere derselben entsendet, für ihre Ernährung von der grössten Wichtigkeit ist.

Die Beinhaut ist nicht überall gleich beschaffen; undurchsichtig, dick und meist sehnig glänzend ist sie da, wo sie nur von der Haut bedeckt ist oder fibröse Theile, wie Bänder, Sehnen, Fascien, die *Dura mater cerebri*, mit ihr zusammenhängen; dünn und durchscheinend dagegen, wo Muskelfasern ohne Vermittlung von Sehnen direct von ihr herkommen, ferner an den Diaphysen, wo die Muskeln auf den Knochen nur aufliegen, an der Aussenseite des Schädels *(Pericranium)*, im Wirbelcanale, in der Augenhöhle *(Periorbita)*. Wo Schleimhäute auf Knochen aufliegen, ist die Knochenhaut meist sehr fest

Fig. 125. Eine Knochenfaser aus einer Apophyse mit deutlich sichtbaren *Virchow*'schen Knochenzellen und deren Kernen. Mit Wasser gekocht und 350mal vergr.

mit der bindegewebigen Grundlage derselben vereint, so dass beide nicht von einander zu trennen sind und eine einzige dickere (am Gaumen, in der Nasenhöhle, an den Alveolen) oder dünnere *(Sinus maxillaris,* Paukenhöhle, *Cellulae ethmoidales)* Haut entsteht.

Die Vereinigung des Periostes mit den Knochen selbst ist bald lockerer und kommt durch einfache Aneinanderlagerung und durch zartere in den Knochen eindringende Gefässe zu Stande, oder inniger und wird durch stärkere Gefässe und Nerven und viele sehnige Streifen bewirkt. Ersteres findet sich vorzüglich bei dünnem Periost und compacter Substanz der Knochen, wie an den Diaphysen, innen und aussen am Schädeldach, an den Sinus des Schädels, letzteres bei dickem Periost und dünner *Subst. compacta,* so z. B. an den Apophysen, bei kurzen Knochen, am Gaumen an der Schädelbasis.

Den feineren Bau der Beinhaut anlangend, so zeigt dieselbe fast überall, mit einziger Ausnahme der Stellen, wo Muskeln direct von ihr entspringen, zwei Lagen, die zwar fest mit einander zusammenhängen, aber doch durch ihren Bau mehr oder minder deutlich sich unterscheiden. Die äussere Lage wird vorzüglich von Bindegewebe hie und da mit Fettzellen gebildet und ist der Hauptsitz der dem Perioste eigenen Gefässe und Nerven, während in der innern Schicht elastische Fasern, gewöhnlich der feineren Art, zusammenhängende oft sehr dichte Netze in mehreren Lagen übereinander bilden und das Bindegewebe mehr zurücktritt. Nerven und Gefässe kommen in dieser Lage auch vor, allein mehr nur als durchtretende, für den Knochen selbst bestimmte.

§. 96.

Knochenmark. Fast alle grösseren Hohlräume in den Knochen werden von einer weichen, durchscheinenden, gelblichen oder röthlichen, gefässreichen Masse, dem Knochenmark, *Medulla ossium*, eingenommen. In den Röhrenknochen findet sich dasselbe in dem Markcanal und in den Räumen der Apophysen, fehlt dagegen in der compacten Substanz ausser an den grossen Gefässen derselben; platte und kurze Knochen verhalten sich ebenso, nur enthält die Diploe der platten Schädelknochen ausser dem Mark auch grössere Venen, von denen weiter unten noch die Rede sein wird. Dem Gesagten zufolge enthalten diese Venenräume, die *Canales nutritii*, Haversischen Canäle und die oben bezeichneten Nervencanäle und Lufträume der Knochen kein Mark.

Das Knochenmark erscheint in zwei Formen, als gelbes und rothes. Ersteres findet sich als eine halbweiche Masse, besonders in den langen Knochen und besteht nach *Berzelius* im Humerus des Ochsen aus 96,0 Fett, 1,0 Bindegewebe und Gefässe, 3,0 Flüssigkeit mit Extracten, wie sie im Fleische sich finden, während letzteres in den Apophysen, in den platten und kurzen Knochen, vor allem in den Wirbelkörpern, der Schädelbasis, dem Brustbein etc. vorkommt und ausser durch seine röthliche oder rothe Farbe und geringe Consistenz, auch durch seine chemische Beschaffenheit sich auszeichnet, indem dasselbe nach *Berzelius* in der Diploe 75,0 Wasser, 25,0 feste Substanz und zwar Eiweiss, Faserstoff, Extracte und Salze, ähnlich

denen des Fleisches, und Fett nur in Spuren führt. Den Bau anlangend, so finden sich im Marke, abgesehen von Gefässen und Nerven, Bindegewebe, Fettzellen, freies Fett, eine Flüssigkeit, so wie endlich besondere kleinere Zellen, Markzellen. Bindegewebe und Fett sind überall zu treffen, jedoch in sehr verschiedenen Mengen. Das erstere ist an der Oberfläche der grossen Markmassen der Diaphysen etwas fester, kann jedoch nur uneigentlich als Markhaut, *Membrana medullaris (Endosteum, Periosteum internum*, innere Beinhaut) bezeichnet werden, da dasselbe nicht als zusammenhängende Haut sich ablösen lässt. Im Innern des Markes zeigt sich in schwammigen Knochen fast gar kein Bindegewebe, ausser in den grösseren Ansammlungen desselben, dagegen ist dieses Gewebe in den Diaphysen als ein sehr lockeres und zartes, das Fett enthaltendes und die Gefässe und Nerven tragendes Maschenwerk mit Leichtigkeit nachzuweisen. Seine Elemente sind die des lockeren Bindegewebes (siehe §. 28), jedoch so viel ich sehe, ohne alle elastischen Fasern. Fettzellen von 0,016—0,032''', nicht selten mit einem deutlichen Kerne, trifft man in grosser Menge in gelbem dichterem Marke, ebenso häufig wie im *Panniculus adiposus*, aber meist nicht zu besonderen Läppchen vereint. In zerfliessendem röthlichem Mark wird man sie spärlicher gewahr und in der rothen Pulpe der Wirbelkörper und der platten Schädelknochen zeigen sie sich nur in ganz kleinen spärlichen Häufchen oder ganz vereinzelt, daher die geringe Menge des Fettes in der Diploe nach *Berzelius*. In wassersüchtigem Mark sind diese Zellen oft nur zur Hälfte mit Fett, einem oder mehreren Tröpfchen, gefüllt und ausserdem viel Serum haltend, und bei Hyperämie der Knochen erscheinen sie zum Theil verkleinert, zum Theil spindelförmig ausgezogen. Freie Fetttröpfchen und eine helle oder gelbliche Flüssigkeit sieht man in den weicheren Arten des Markes wohl immer, oft in ziemlicher Menge. Dass die ersteren nicht durch die Präparation aus Zellen frei geworden sind, davon überzeugt man sich leicht, dagegen muss es dahingestellt bleiben, ob dieselben von zu Grunde gegangenen Zellen herrühren oder nicht. Endlich findet man zugleich mit etwas Fluidum in allem rothen oder selbst nur röthlichen Mark, nie in rein gelbem, kleine, rundliche, kernhaltige, selten pigmentirte Zellen, ganz ähnlich denen von jungen Knochenmark. Diese Markzellen stimmen zwar mit denen überein, welche *Hasse* und ich (Zeitschrift für rationelle Medicin, Bd. V) in hyperaemischem röthlichem Marke von Gelenkenden langer Knochen gefunden haben, sind aber nichts destoweniger in den Wirbeln, den Knochen des eigentlichen Schädels, im Brustbein und in den Rippen eine normale Erscheinung, wogegen sie in den langen und kurzen Knochen der Extremitäten fehlen und in der Scapula, im *Os innominatum* und in den Gesichtsknochen in wechselnder Anzahl sich zu finden scheinen.

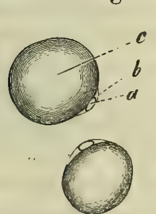


Fig. 126.

Fig. 125. Zwei Fettzellen aus dem Marke des Femur des Menschen. *a*. Kerne, *b*. Zellenmembran, *c*. Fetttropfen, 350mal vergr.

§. 97.

Verbindungen der Knochen. *A. Synarthrosis*, Verbindung ohne Gelenke. 1) Bei der Naht, *Sutura*, vereinen sich die Knochen durch einen ganz schmalen häutigen weisslichen Streifen, den manche Autoren fälschlich mit dem Namen Nahtknorpel *(Cartilago suturarum)* belegen. Derselbe ist einfach aus Bindegewebe gebildet, das ähnlich demjenigen der Bänder mit parallelen kurzen Bündeln von einem Knochenrand zum andern geht, und einzig durch die Anwesenheit von vielen kurzen und unregelmässigen, meist länglichen Saftzellen sich auszeichnet. Sehr deutlich ist dieses Nahtband, wie man es nennen könnte, so lange die Schädelknochen noch wachsen und auch dannzumal weicher und eigenthümlich beschaffen (siehe unten). Mit der Ausbildung des Schädels schwindet dasselbe immer mehr, wird fester und scheint im höheren Alter an vielen Orten, namentlich an den inneren Theilen der Nähte, selbst vor dem völligen Verschwinden derselben, ganz sich zu verlieren.

2) Die Bandverbindung, *Syndesmosis*, kommt durch fibröse und elastische Bänder zu Stande. Die fibrösen Bänder bilden die Mehrzahl der Bänder, sind weiss und glänzend und stimmen in ihrem Bau zum Theil mit den Aponeurosen und Muskelbändern, zum Theil mit den wirklichen Sehnen überein. Elastische Bänder (Fig. 127) sind die *Ligamenta flava* zwischen den Wirbelbogen und das *Ligam. nuchae*, das jedoch beim Menschen bei weitem nicht so entwickelt ist, wie das der Säuger. Die *Ligam. flava* sind gelbliche, sehr elastische, starke Bänder, deren elastische Elemente in Gestalt 0,0015—0,004‴ dicker, rundlich polygonaler Fasern zu einem dichten Netzwerk vereinigt der Längsaxe der Wirbelsäule parallel ziehen und das längsgefaserte Ansehen der Bänder bewirken. Zwischen diesen Fasern, die weder in Bündeln, noch Lamellen beisammenliegen, sondern in der ganzen Dicke eines gelben Bandes zusammenhängen, findet sich ein im

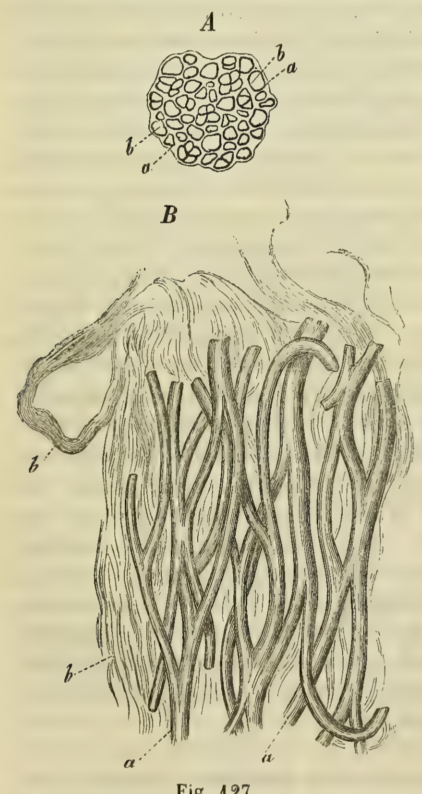


Fig. 127.

Fig. 127. *A.* Querschnitt durch einen Theil des *Lig. nuchae* des Ochsen, 350mal vergr. mit Natron. *a.* Bindegewebe homogen erscheinend, *b.* Querschnitte der elastischen Fasern (von 0,004—0,01‴ Durchmesser). *B.* Elastische Fasern *a.* aus einem gelben Bande des Menschen, sammt etwas Bindegewebe *b* zwischen denselben, 450mal vergr.

Ganzen genommen spärliches, doch in jedem Präparate nachzuweisendes Bindegewebe in Gestalt lockerer Bündel mit welligem, der Hauptrichtung der elastischen Fasern parallelem Verlauf. Nach *Todd* und *Bowman* (pag. 72) sind auch das *Ligamentum stylohyoideum*, und *Lig. laterale internum maxillae inferioris* vorzugsweise aus stärkeren elastischen Fasern gebildet.

3) Die *Synchondrosis* oder Knorpelhaft, kommt durch Knorpel zu Wege unter grösserer oder geringerer Betheiligung von faserknorpeligen und fibrösen Massen. Als Typus derselben kann die Verbindung der ersten Rippe mit dem Brustbein dienen, bei der eine zusammenhängende Knorpelmasse die beiden Knochen vereint und als äussere Fasermasse nur das *Perichondrium* da ist. Die *Synchondrose* zwischen *Manubrium* und *Corpus sterni* hat, wo sie da ist, in der Mitte eine Lage weisslichen Knorpels mit faseriger Grundsubstanz, in der selbst eine spaltförmige Höhle auftreten kann (*Luschka,* Zeitschr. f. rat. Med. N. F. IV) und bei den Verbindungen des 2—7 Rippen-Knorpels mit dem Sternum sind in der Regel einfache oder doppelte Höhlen da, im letztern Falle mit einem Knorpelstreifen in der Mitte nach Art der *Lig. interarticularia*, doch finden sich in gewissen Fällen auch hier *Synchondrosen (Luschka).* Bei der *Symphysis ossium pubis*, der *Synchondrosis sacro-iliaca* und der Vereinigung der Wirbelkörper findet sich unmittelbar am Knochen eine Lage ächter Knorpelsubstanz, welche an den beiden ersten Orten direct, an letztern durch Mithülfe eines faserknorpeligen Gewebes mit der andern Seite sich verbindet und äusserlich von faserknorpeligen und fibrösen concentrischen Lagen umgürtet wird. Im Innern dieser Verbindungsmassen findet sich oft eine Höhle, so dass namentlich die *Synchondrosis sacro-iliaca* auch als eine Art Gelenk angesehen werden kann *(Zaglas, Luschka).*

Die *Ligamenta intervertebralia,* Zwischenwirbelbänder oder Bandscheiben der Wirbelkörper bestehen 1) aus äusseren concentrischen Schichten von Faserknorpel und weisslichem Bindegewebe, 2) aus einer centralen, vorzüglich faserknorpeligen Masse und 3) aus zwei den Knochen unmittelbar aufliegenden Knorpellagen. Die concentrischen Schichten bestehen zu äusserst aus Bindegewebe, weiter nach innen aus abwechselnden Lagen von Bindegewebe und von Faserknorpel, welcher letztere schon an frischen Querschnitten in Gestalt von matten gelblichen Streifen, die in Wasser hart und durchscheinend werden, sich zu erkennen giebt und bei der mikroskopischen Untersuchung kleine, reihenweise gestellte, verlängerte Knorpelzellen in einem faserigen Gewebe zeigt, das von Bindegewebe durch eine grössere Steifheit, den Mangel deutlicher Fibrillen, grosse Resistenz in Alkalien und Essigsäure und den gänzlichen Mangel von elastischen Fasern sich unterscheidet.

Die weisslichen Lagen der äusseren Schichten können, obschon ihre Fibrillen etwas starrer sind als die gewöhnlicher Bänder und Sehnen, weniger leicht zerfasern und nur wenige Saftzellen und häufig gar keine feinen elastischen Fasern zwischen sich haben, doch bis auf Weiteres als Bindegewebe betrachtet werden. Dieselben bilden $\frac{1}{8}$—$\frac{5}{4}'''$ und darüber dicke, geschlossene Kreise oder Segmente von solchen und alterniren entweder mit ähnlichen Schichten von Bindegewebe oder mit den etwas dünneren und ebenfalls häufig nicht ganz geschlossenen, fest mit ihnen verbundenen Ringen des Faserknorpels. Die Fasern der beiderlei Substanzen gehen im Allgemeinen von oben nach unten, doch stehen dieselben ohne Ausnahme schief und so, dass sie in den verschiedenen Lagen sich kreuzen, was auch für die äussern concentrischen Lagen gilt, wo nur Bindegewebe mit einander abwechselt. Von dieser verschiedenen Richtung der Fasern ist es auch abhängig, dass die einzelnen Schichten auch da, wo dieselben alle bindege-

webig sind, doch abwechselnd eine verschiedene Färbung darbieten, die mit der Stellung derselben zum Lichte wechselt (*Henle*, Anat. I.). Ausserdem ist noch zu erwähnen, dass die einzelnen Lagen selbst wiederum einen mehr oder minder deutlich blättrigen Bau erkennen lassen, in der Weise, dass die Blätter in den Bindegewebspartieen ebenso verlaufen, wie die Schichten selbst, in den faserknorpeligen Theilen dagegen mehr in der Richtung der Radien einer Bandscheibe stehen.

Die weichere centrale Masse der *Lig. intervertebralia* oder der Gallertkern der Autoren ist nicht wesentlich von den eben beschriebenen Theilen verschieden, denn auch hier finden sich noch Bindegewebslagen, nur treten dieselben gegen den Faserknorpel immer mehr zurück und sind auch nicht so deutlich abgegrenzt. Je weiter nach dem Centrum, um so mehr verwischt sich jede Spur einer Abwechslung verschiedener Schichten und einer concentrischen Anordnung derselben, das Ganze wird durchscheinend, weich, endlich fast homogen. Das Mikroskop ergiebt vorwiegend Faserknorpel mit grossen (0,012—0,024‴), oft ineinander eingeschachtelten Zellen (Fig. 128), deren, wie schon *Henle* sah, durch concentrische Schichten gleichmässig verdickte Wände oft nur noch eine kleine Höhle mit meist geschrumpftem Primordialschlauche einschliessen, ferner kleinere, oft mit Hohlräumen versehene Zellen isolirt oder in Haufen beisammen (Chordareste), endlich eine undeutlich faserige oder granulirte, oft wie in Zersetzung begriffene Grundsubstanz und viel Flüssigkeit in grösseren und kleineren Maschenräumen derselben. Die mittleren Theile dieser Fasermassen gehen gegen die Verbindungsflächen der Wirbelkörper zu in eine dünne harte gelbliche Lamelle wirklicher Knorpelsubstanz mit verdickten, zum Theil mit Kalkkrümeln belegten Zellen über, welche nicht unähnlich einem Gelenkknorpel, jedoch minder fest am Knochen adhärirt. Weiter nach aussen findet sich zwar auch noch Knorpelsubstanz in Gestalt isolirter Scheibchen oder Partikelchen, die wie es scheint, vorzüglich mit den faserknorpeligen Theilen in Verbindung stehen, und zwischen denselben zeigt sich Bindegewebe mit eingestreuten Knorpelzellen, wie in den Ansätzen der Sehnen an Knochen (s. §. 84). Die diesem Theile der Bandscheiben entsprechenden äussern Theile der Wirbelkörperfläche sind im Gegensatze zu den inneren nach dem Ablösen der Bänder wie porös, mit frei zu Tage liegendem Mark, die Knorpelscheibchen sind es, die die Poren schliessen, während das Fasergewebe mit senkrecht stehenden Fasern an die Knochensubstanz zwischen denselben sich anschliesst. In dem Kerne der *Lig. intervertebralia* finden sich nicht selten Höhlungen verschiedener Art, über welche das Nähere bei *Luschka* nachzusehen ist (Zeitschr. für rat. Med. N. F. VII).

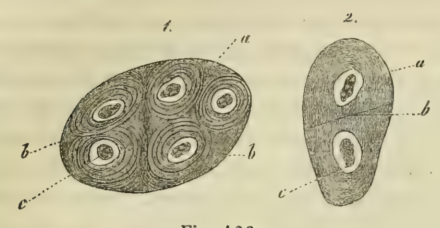


Fig. 128.

Zwischen dem Kreuzbein und Steissbein und den einzelnen Steissbeinwirbeln finden sich sogenannte falsche Zwischenwirbelbänder, die aus einer mehr gleichmässigen faserigen Masse ohne Gallertkern bestehen. Die einzelnen Kreuzbeinstücke besitzen früher wahre Zwischenwirbelbänder zwischen sich, die später von aussen nach innen verknöchern, jedoch so, dass man noch bei Erwachsenen häufig Spuren des Bandes in der Mitte sieht. — Die Bedeutung der Fasern der Zwischenwirbelbänder anlangend, so ist *Donders*, besonders auch der chemischen Verhältnisse wegen, geneigt, dieselben fast alle nicht für Bindegewebe, sondern für der Grundsubstanz von wahren Knorpeln analog zu halten, ebenso *H. Meyer* (p. 300 u. fg. und 310). Es mag dies für den centralen Kern

Fig. 128. Zellen aus dem Gallertkern der *Lig. intervertebralia*. 1. Grosse Mutterzelle *a*, mit einer Scheidewand, von zwei Tochterzellen der ersten Generation herrührend, und fünf Tochterzellen *b* der zweiten Generation mit concentrisch verdickten Wänden und geschrumpften Kernen *c* in den kleinen Zellenhöhlen. 2. Mutterzelle *a* mit zwei durch eine zarte Scheidewand *b* getrennten Tochterzellen, die bei gleichmässig verdickten Wänden eine kleine Höhle und geschrumpften Kern *c* enthalten.

und die faserknorpeligen Schichten der äusseren Theile richtig sein, kaum aber für die reinfaserigen Theile der letzteren. Uebrigens glaube ich, dass hier nicht die Chemie, sondern die Entwickelungsgeschichte den Ausschlag geben wird, indem zwischen Bindegewebsfibrillen, die aus Zellen sich entwickeln, und faseriger Intercellularsubstanz vom genetischen Standpunkte aus sehr in die Augen springende Differenzen vorkommen, während vielleicht die Chemie nicht im Stande ist, beide von einander zu unterscheiden. — Die *Lig. intervertebralia* sind mannigfachen Entartungen unterworfen; sie verknöchern von ihren Knorpellamellen aus vielleicht unter Schwund der eigentlichen Fasersubstanz, oft bis zur Anchylose zweier Wirbel; sie atrophiren, werden brüchig und zerfallen entweder im Kern oder sonst in umschriebenen Stellen in einen schmutzigen Brei; endlich scheinen auch, obgleich sie normal keine Gefässe enthalten, doch solche krankhafter Weise in ihnen sich entwickeln zu können, wenigstens findet man nicht selten in kleinen Stellen meist nahe am Knochen oder in Verbindung mit demselben Blutergüsse in ihnen.

Bei der Symphyse der Schambeine besteht die Knorpellage, die in den mittleren und vorderen Theilen der Fuge am dicksten ist, und durch eine äusserst unebene Fläche mit dem Knochen sich verbindet, jederzeit in einer Dicke von $\frac{1}{2}$—1''' aus wahrer Knorpelsubstanz mit homogener feinkörniger Grundmasse und einfachen Mutterzellen, von 0,01—0,024''' Grösse. In der Mitte wird die Grundsubstanz weicher und faserig und hier findet man auch, wie es scheint, vorzüglich beim weiblichen Geschlechte, nicht selten eine unregelmässige enge Höhlung mit häufig unebenen Wänden und etwas schmieriger Flüssigkeit, die offenbar einer Auflösung der innersten Knorpellagen ihren Ursprung verdankt, von welcher deutliche Spuren auch an den sie begrenzenden Knorpeltheilen wahrzunehmen sind. Die äusseren Lagen der Symphyse, die bekanntlich vorn und oben am entwickeltsten sind, gehen, die alleräussersten rein bindegewebigen Lamellen abgerechnet, nicht direct vom Knochen aus, sondern vereinen eigentlich nur die äusseren Theile der beschriebenen Knorpellagen, und bestehen vorzüglich aus einer allem Anscheine nach mit dem Bindegewebe identischen, hie und da Knorpelzellen haltenden Fasermasse.

An der Symphyse kommt fast constant eine Bildung von verkalktem Knorpel vor (Fig. 129). Immer trifft man nämlich am Knochenrande derselben halb in den Knorpel

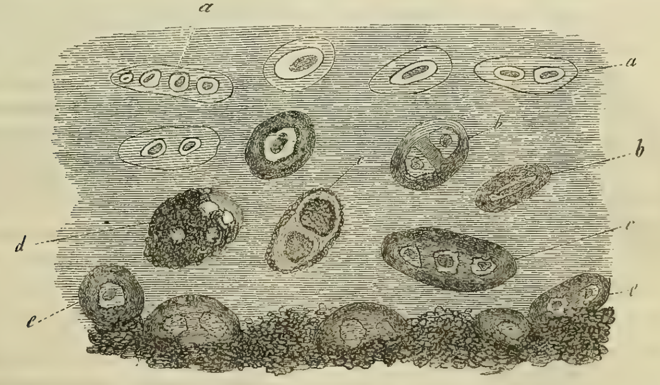


Fig. 129

hineinragende oder ganz in demselben liegende isolirte verkalkte Knorpelkapseln mit homogenen und (von Kalksalzen) granulirten dicken Wänden von 0,012—0,016''' Grösse

Fig. 129. Knochenrand gegen den Knorpel von der Symphyse des Mannes, 350mal vergr. *a*. Knorpelzellen mit verdickten Wänden, *b*. solche in der Ossification begriffen, *c*. fast ossificirte Zellen mit homogenen Wänden frei in der Grundsubstanz des Knorpels, *d*. eben solche mit Kalkkrümeln, *e*. ossificirte Zellen am Rande der Kalkkrümel enthaltenden Grundsubstanz des Knochens, halb hervorragend.

und rundlichen kleinen primordialen Zellen. Auch prächtige, halb und ganz ossificirte Mutterkapseln mit 2 Tochterzellen und 0,015—0,03‴ Grösse, bis zu solchen mit 10—20 eingeschlossenen Zellen und einer Länge von 0,05‴ werden fast in jedem Präparate deutlich.

Die *Synchondrosis sacro-iliaca* wird durch eine platte, $^3/_4$—1 $^1/_3$″ dicke Knorpellage vermittelt, welche mit den *Superficies auriculares* der betreffenden Knochen fest vereint und zwischen denselben ausgebreitet ist. Die Knorpelkapseln sind in der Nähe der Knochen abgeplattet, mit ihren Flächen gegen dieselben gerichtet und zeigen schöne Uebergänge in halb und ganz isolirte, am Rande des Knochens befindliche verkalkte Bildungen, wie sie die Fig. 129 zeigt. Hier im Innern findet sich, nach *Zaglas* u. A. constant, dem Hüftbein näher, eine spaltenförmige Höhle, die die Knorpellagen beider betreffenden Knochen vollständig oder fast vollständig von einander scheidet. Dieselbe enthält etwas Synovia-ähnliche Feuchtigkeit und ist von glatten und ebenen Wänden begrenzt, die durch ihre grössere Härte und auch durch ihren Bau von den übrigen Knorpeltheilen sich unterscheiden. Die Grundsubstanz derselben ist in der Richtung der Fläche feinfaserig, die Zellen alle sehr gross (bis zu 0,035″), mit vielen Tochterzellen und ungemein verdickten Wänden, so dass die Zellenhöhlen auch der Tochterzellen oft ausnehmend verkleinert erscheinen, ohne jedoch von Porencanälchen oder Ablagerungen von Kalksalzen eine bestimmte Andeutung zu zeigen.

Die Rippenknorpel sind von einem festen, aus Bindegewebe und vielen elastischen Elementen bestehenden Perichondrium überzogen, welches einerseits am Sternalende in Verbindung mit den hier befindlichen Synovialhäuten beginnt, andrerseits ins Periost der Rippen continuirlich übergeht. Der durch eine rauhe Oberfläche mit dieser Haut verbundene Knorpel ist bedeutend fest, jedoch elastisch, blassgelb oder in feinen Schnitten bläulich durchscheinend, im Innern fast immer an einzelnen Stellen gelblichweiss, mit Seidenglanz. Seine Grundsubstanz zeigt an den letzteren Orten einen faserigen Bau, an den übrigen ein fein granulirtes Aussehen; von den Zellen sind die aussersten in einer Schicht von 0,06—0,1‴ länglich, abgeplattet, der Oberfläche parallel, meist klein (bis 0,006‴), zum Theil auch grösser, mit einigen oder selbst vielen hintereinander liegenden Tochterzellen erfüllt; weiter nach innen werden dieselben, ohne ihre abgeplattete Gestalt ganz zu verlieren, grösser (0,03—0,05‴ die meisten), länglichrund und rundlich und stehen mit ihren Flächen nach den Knorpelenden zugewendet, mit ihrer Längsaxe meist in der Richtung der Radien der Querdurchschnitte der Rippen, in manchen Fällen freilich auch unregelmässig nach verschiedenen Seiten zu. Die grössten Zellen (bis zu 0,08‴, selbst 0,1 ″) finden sich in den faserigen Stellen und zwar führen dieselben, wie überhaupt alle inneren Zellen, Tochterzellen in verschiedener, oft sehr beträchtlicher (bis zu 60, *Donders*) Zahl. Was die Elemente der Rippenknorpel besonders characterisirt, ist das reichlich in ihnen enthaltene Fett. In allen Zellen nämlich, mit Ausnahme der oberflächlichsten, finden sich bei Erwachsenen grössere oder kleinere (von 0,0016

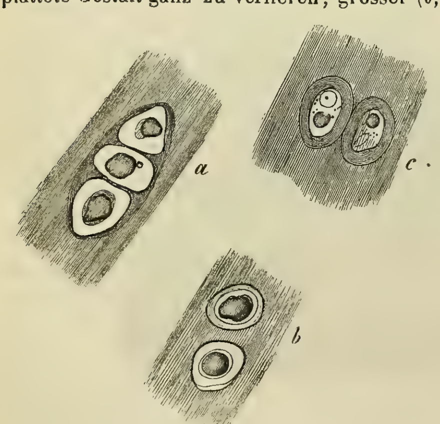


Fig. 130.

Fig. 130. Knorpelzellen des Menschen, 350mal vergr. *a*. Mutterzelle mit drei fetttropfenhaltenden Tochterzellen aus einem Rippenknorpel. *b*. Zwei Zellen von ebendaher, deren Fetttropfen von einem blassen Saum umgeben ist. *c*. Zwei Zellen mit verdickter Wand aus dem Knorpel am grossen Horn des Zungenbeins, die neben dem Fetttropfen einen deutlichen Kern führen. Der Primordialschlauch ist in allen diesen Zellen nicht besonders angedeutet.

—0,008'''), bald kreisrunde, bald mehr unregelmässige Fetttropfen, welche die Zellenkerne häufig so umgeben, dass von ihnen nichts mehr zu sehen ist (Fig. 130 *a b*), weshalb man, jedoch nicht ganz richtig, angenommen hat, dass das Fett in diesen seinen Sitz habe. — Der Knorpel am grossen Horn des Zungenbeines und zwischen dem Körper und grossem Horn und die inconstanten Knorpelanhänge am *Proc. styloideus* weichen in Nichts von den Rippenknorpeln ab, nur dass ihre Knorpelzellen nicht immer grössere Fetttropfen führen.

Die Rippenknorpel verknöchern im höhern Alter ungemein häufig, doch ist diese Ossification, ebenso wie die Zerfaserung ihrer Grundsubstanz, nicht als etwas ganz normales zu betrachten und mit der gewöhnlichen Ossification nicht auf eine Linie zu stellen. Die Verknöcherungen sind bald beschränkter, bald ausgebreiteter. Im ersten Falle kommt es häufig nicht weiter, als bis zu Incrustationen der Knorpelzellen und ihrer faserig gewordenen Grundsubstanz; im letzteren (und auch oft im ersteren) geht der Ossification die Bildung von Hohlräumen im Knorpel und eines Knorpelmarkes mit Gefässen in demselben voraus, welche theils mit denen des Perichondrium, theils mit denen der Rippen zusammenhängen, und ist die Knochensubstanz normaler ähnlicher, doch fast immer dunkler, minder homogen und mit wenig ausgebildeten, oft krümliche Niederschläge enthaltenden Knochenhöhlen. Unter dem Namen Knorpelmark versteht man die an der Stelle der sich auflösenden Knorpelsubstanz tretenden Markzellen, Fettzellen, Bindegewebsbündel und Gefässe, welche mit denen sich entwickelnder fötaler Knochen so zu sagen ganz übereinstimmen und in ossificirenden Rippen und Kehlkopfsknorpeln leicht zu beobachten sind.

Die mannigfachen Variationen der Synchondrosen und ihre Uebergänge in wirkliche Gelenkverbindungen begreifen sich leicht, wenn man weiss, dass die meisten Gelenke aus solchen sich entwickeln (siehe unten).

§. 98.

B. Gelenkverbindung, *Diarthrosis.* Die Gelenkenden der Knochen oder die sonst an einem Gelenk sich betheiligenden Flächen derselben sind ohne Ausnahme mit einer dünnen Knorpellage überzogen, welche in der Mitte an den sich berührenden Flächen von ziemlich gleichmässiger Dicke ist, weiter nach aussen allmählich dünner wird und endlich ganz scharf ausläuft. Dieser Gelenkknorpel, *Cartilago articularis,* sitzt mit einer rauhen vertieften oder gewölbten Fläche fest an dem Knochen an, ohne durch irgend welche dazwischen gelegene Theile mit ihm sich zu vereinen und ist an der entgegengesetzten Seite in den meisten Gelenken grösstentheils ganz nackt und nach der Gelenkhöhle zugewendet, zum Theil von einer besonderen Faserhaut, einem Perichondrium, überzogen, das als unmittelbare Verlängerung des Periostes über einen meist nur geringen Theil des Knorpels sich hinzieht und dann ohne scharfen Rand allmählich endet. — In einigen Gelenken (Schulter-, Hüftgelenk) finden sich zur besseren Umschliessung der Gelenkköpfe besondere Knorpellippen, *Labra cartilaginea,* in Gestalt fester, gelblichweisser Faserringe, die mit breiterer Basis am Rande des Gelenkknorpels unmittelbar am Knochen, zum Theil auch auf dem Knorpel aufsitzen, zugeschärft, grösstentheils frei und unbedeckt von der Synovialhaut oder einem Epithel ins Gelenk hineinragen und aussen mit dem Periost und der Synovialkapsel zusammenhängen.

Mit Rücksicht auf den feineren Bau der eben beschriebenen Theile, so zeigt der Gelenkknorpel am ausgebildeten Knochen (Fig. 131) unter normalen Verhältnissen eine durchweg feinkörnige, zum Theil fast homogene Grundsub-

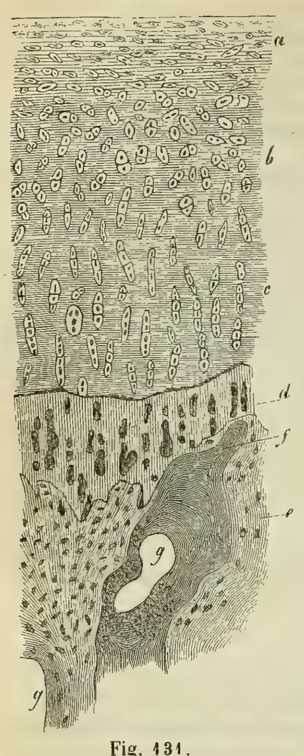


Fig. 131.

stanz und in dieser mehr dünnwandige Knorpelkapseln, die an der Oberfläche zahlreich und platt, mit ihren Flächen derselben parallel liegen, weiter nach innen länglichrund oder rundlich und spärlicher werden und nach verschiedenen Richtungen durcheinander stehen, am Knochenrande endlich, länglich von Gestalt, senkrecht auf denselben gerichtet sind. Diese Kapseln haben alle deutliche, namentlich nach Essigsäurezusatz von der Grundsubstanz leicht unterscheidbare Wandungen, und in ihrem Primordialschlauche oder der Knorpelzelle einen hellen, manchmal granulirten, jedoch wenig fetthaltigen Inhalt und bläschenförmige Kerne; sie stehen isolirt oder in Gruppen und führen sehr häufig zwei, vier oder selbst noch mehr Tochterzellen, welche bei den platten Zellen nebeneinander, bei den länglichen reihenweise stehen. Am Kopfe des Unterkiefers wie am Schläfenbein findet man, so lange der Knochen nicht ausgebildet ist, eine mächtige Lage ganz ausgezeichneter Knorpelkapseln, gegen die Gelenkhöhle zu von einer Bindegewebslage überzogen. Diese Knorpellage schwindet, je mehr der Knochen seiner Ausbildung sich nähert und am Ende bleibt unter der relativ und absolut dicker gewordenen Bindegewebslage nur noch eine ganz dünne und durchscheinende Schicht, deren Elemente, obschon morphologisch nicht wirkliche Knochenzellen und auch nicht ossificirt, doch denselben näher zu stehen scheinen als den Knorpelzellen. Nach *Henle* bleibt in den vorderen Theilen der Gelenkflächen unter dem Bindegewebe eine $^1/_3$mm mächtige Lage ächten Knorpels. Faserig ist nach *Bruch* auch der Ueberzug am Sternalende der Clavicula, während nach *Henle* (Bänderlehre p. 63. 65) an beiden Enden der Clavicula, sowie an den betreffenden Gelenkflächen des Acromion und Sternum ein knorpelzellenhaltiges Bindegewebe sich findet, ebenso am Zahn des Drehers gegenüber dem *Lig. transversum dentis*, an der *Trochlea ulnae* z. Th., im untern *Radio-ulnar-* und am untern *Tibio-fibular*gelenk.

Die Knorpellippen der Gelenke bestehen vorzüglich aus Bindegewebe, enthalten jedoch ohne Ausnahme einzelne Knorpelzellen von runder oder länglicher Gestalt, mit mässig dicker Membran, deutlichem Kern und hie und da Fettkörnchen. Mutterzellen sah ich hier noch nicht, dagegen findet man nicht selten jene schon beim Muskelsysteme (§. 85) erwähnten, reihenweise gestell-

Fig. 131. Gelenkknorpel eines menschlichen Metacarpus senkrecht durchschnitten, 90mal vergr. *a.* Oberflächlichste platte Knorpelzellen, *b.* mittlere rundliche, *c.* innerste senkrecht und in kleinen Reihen stehende Zellen, *d.* äusserste Schicht des Knochens mit ossificirter faseriger Grundsubstanz und dickwandigen, hier durch Luft dunklen Knorpelzellen, *e.* wirkliche Knochensubstanz, *f.* Enden der Markräume der Apophyse, *g.* Markraum.

ten Zellen, welche man für Knorpelzellen anzusprechen geneigt ist, obschon dieselben die evidentesten Uebergänge in feine elastische Fasern zeigen. Gelenkknorpel führen ausser während der Entwickelung, worüber unten das Nähere zu finden ist, keine Nerven und Gefässe. Die Knorpellippen sind nerven- und gefässlos.

Eine besondere Erwähnung verdient das Verhalten des Knochens unter den Gelenkknorpeln. Derselbe besteht nämlich an fast allen Gelenken unmittelbar am Knorpel aus einer Lage nicht vollkommen ausgebildeter Knochensubstanz und erst weiter nach innen aus dem bekannten Gewebe (Fig. 131). Die erwähnte Lage von 0,04—0,16‴, im Mittel 0,12‴ Dicke besteht aus einer gelblichen, meist faserigen, knochenharten und wirklich verknöcherten Grundsubstanz, enthält jedoch keine Spur von Haversischen Canälchen oder Markräumen und ebenso keine ausgebildeten Knochenhöhlen. Statt der letzteren trifft man rundliche oder längliche, oft in Häufchen oder Reihen beisammenstehende Körperchen, grössere von 0,016—0,024‴ Länge, 0,006—0,008‴ Breite und kleinere von 0,006—0,008‴ Länge, 0,004—0,005‴ Breite, welche an Knochenschliffen durch Luft dunkel und nichts als dickwandige, noch mit Inhalt (Fett, Kernen) versehene, hie und da Andeutungen von Porencanälchen zeigende und vielleicht auch theilweise verkalkte Knorpelzellen, mit andern Worten unentwickelte Knochenzellen sind. Die diese Zellen führende Schicht, welche gegen den Knorpel durch eine gerade, hie und da von Kalkkrümeln dunkle Linie und gegen den wahren Knochen durch eine buchtige Contour, an der man oft wie die Grenzen der einzelnen Knochenzellen unterscheidet, sich abgrenzt, findet sich, wie ich wenigstens sehe, in allen Altern von der vollendeten Entwickelung der Knochen an ganz constant in allen Gelenken, mit Ausnahme des Kiefergelenkes, wo jedoch *Bruch* und *Tomes* und *de Morgan* dieselbe ebenfalls gesehen haben, und der Gelenke am Zungenbein.

Beim Fötus aus der Mitte des Fötallebens sollen nach *Toynbee (Phil. Transact.* 1841) die Gefässe der Synovialhaut viel weiter auf den Gelenkknorpel übergehen, wovon ich jedoch am Humerus von 5—6monatlichen Früchten und auch bei Neugebornen mich nicht überzeugen konnte. — In pathologischen Fällen kommen in den Gelenkknorpeln Zelleneinschachtelungen ungemein ausgebildet vor (s. Fig. 6), so namentlich bei sammtartigen Gelenkknorpeln, wo die Mutterzellen mit 1 oder 2 Generationen von Zellen und oft von sehr bedeutender Grösse, auch fetthaltig, ziemlich frei in faseriger Grundsubstanz liegen und leicht sich isoliren lassen (vergl. auch *Ecker* in *Roser* und *Wunderlich's* Arch., Bd. II. 1843. p. 345). Die Gelenkknorpel sind beim Erwachsenen gefässlos (über die Gefässe derselben bei wachsenden Knochen, siehe unten), doch entwickeln sich die Gefässe an ihren Rändern von der Synovialhaut aus oft weiter über sie herüber. Von einer Entzündung der Knorpel kann demnach bei Erwachsenen keine Rede sein, wohl aber leiden dieselben bei krankhaften Zuständen ihrer Knochen oder Entzündungen der Synovialhaut, zerfasern sich oft mit gleichzeitiger Dickenzunahme, da *Cruveilhier (Dict. de méd. et de chir. prat. III.* 514) die Fasern bis zu 6‴ Länge sah, was die normale Dicke der Gelenkknorpel weit übersteigt, nutzen sich leichter ab und schwinden selbst ganz (bei Eiterungen im Knochen oder in den Gelenken), so dass die Knochen frei stehen; auch erleiden sie partielle Substanzverluste, so dass geschwürähnliche Lücken, die ebenfalls bis zum Knochen dringen oder von demselben ausgehen, sich bilden.

§. 99.

Die Gelenkkapseln, *Capsulae s. Membranae synoviales*, sind keine geschlossenen Kapseln, sondern kurze weite Schläuche, welche mit zwei offenen Enden sich an die Ränder der Gelenkflächen der Knochen anlegen und dieselben so verbinden. Dieselben sind eigentlich mehr oder weniger zarte, durchscheinende Häute, werden aber an vielen Orten von äusserlich an ihnen

gelagerten Faserschichten, den sogenannten fibrösen Kapseln, so fest und vollständig überzogen, dass sie für die oberflächliche Besichtigung das Ansehen ziemlich derber Kapseln annehmen. Diese fibrösen Lagen befinden sich besonders da, wo keine oder wenige Weichtheile die Gelenke schützen, oder wo eine sehr feste Vereinigung erzielt werden soll (Hüftgelenk), fehlen dagegen meistens oder sind unentwickelt, wo Muskeln, Sehnen und Bänder an Gelenken anliegen oder wo besonderer Zwecke wegen die Synovialhaut bedeutendere Lagenveränderungen eingeht (Knie- und Ellbogengelenk).

Das Verhalten der Gelenkkapseln zu den Knochen und Gelenkknorpeln ist genauer bezeichnet folgendes (siehe Fig. 232). Die Gelenkkapsel setzt sich in den einen Fällen einfach an den Rand der überknorpelten Fläche an und geht von hier direct zum andern Knochen über (Patella, Amphiarthrosen) in den anderen überzieht sie zuerst neben dem Rande des Knorpels auch einen grösseren oder geringeren Theil des Knochens selbst und wendet sich dann erst um, um mit dem zweiten Knochen so oder so sich zu verbinden. In beiden Fällen sitzt die Synovialhaut nicht direct an den Hartgebilden, sondern ist loser oder fester mit dem Periost und Perichondrium vereint und läuft schliesslich ohne scharfen Rand und untrennbar mit dem Perichondrium des Gelenkknorpels verbunden unweit des Randes des letzteren aus.

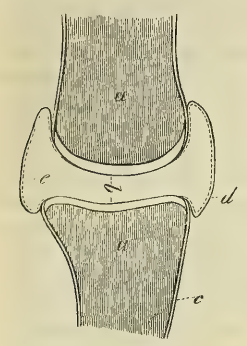


Fig. 132.

Bezüglich auf die feinere Structur der erwähnten Theile, so bestehen die Synovialmembranen, abgesehen von den sogenannten Faserkapseln, die ganz den Bau der fibrösen Bänder haben, 1) aus einer Bindegewebslage mit nicht sehr zahlreichen Gefässen und Nerven und 2) aus einem Epithelium. Letzteres besteht aus 1, 2 bis 4 Schichten pflasterförmiger, 0,005—0,008‴ grosser Zellen mit rundlichen Kernen von 0,002—0,003‴, erstere zu innerst aus einer Lage paralleler Bündel mit minder deutlichen Fibrillen und länglichen Kernen oder feinen elastischen Fasern, weiter nach aussen aus sich durchkreuzenden Bündeln mit feinen elastischen Netzen, hie und da auch aus einem Netz von Bindegewebsbündeln von sehr verschiedener Stärke, mit umspinnenden elastischen Fasern, gerade wie in der *Arachnoidea*. Nicht selten finden sich gewöhnliche Fettzellen vereinzelt in den Maschen des Bindegewebes und hie und da, jedoch im Ganzen sehr selten, auch einzelne oder einige Knorpelzellen mit mässig dicken dunklen Wänden und deutlichem Kern. Drüsen und Papillen besitzen die Synovialhäute keine, dagegen zeigen sie grössere Fettanhäufungen, *Plicae adiposae*, und gefässreiche Fortsätze, *Plicae vasculosae (Plicae synoviales, Ligamenta mucosa* der Autoren). Die ersteren, früher fälschlich Haversische Drüsen benannt, kommen vorzüglich im Hüft- und Kniegelenk vor, in Gestalt gelber oder gelbröthlicher, weicher Vorsprünge

Fig. 132. Schematische Ansicht eines Fingergelenkes im Durchschnitt, zum Theil nach *Arnold*. *a* Knochen, *b*. Gelenkknorpel, *c*. Periost in das Perichondrium des Gelenkknorpels übergehend, *d*. Synovialhaut am Rande des Knorpels, verbunden mit dem Perichondrium beginnend, *e*. Epithel derselben.

oder Falten, und bestehen einfach aus grossen Ansammlungen von Fettzellen in gefässreicheren Theilen der Synovialhaut. Die letzteren finden sich in fast allen Gelenken und zeigen sich, vorausgesetzt, dass die Gefässe gefüllt sind, als rothe, platte, am Rande gekerbte, gefaltete, mit kleinen Fortsätzen versehene Vorsprünge der Synovialhaut. Gewöhnlich sitzen diese Fortsätze nahe an der Ursprungsstelle der Synovialhaut vom Knorpel und legen sich flach auf denselben hin, so dass sie manchmal wie einen Kranz um denselben herum bilden, in andern Fällen stehen sie mehr vereinzelt und auch an andern Stellen der Gelenke. In ihrem Bau weichen sie vorzüglich durch ihren Gefässreichthum von den anderen Theilen der Synovialhäute ab, indem sie fast aus nichts als aus kleinen Arterien und Venen und zierlichen, am Rande der Fortsätze schlingenförmig verbundenen Capillaren bestehen und hierdurch sehr an die *Plexus chorioidei* in den Gehirnhöhlen erinnern. Neben den Gefässen zeigen sie eine Grundlage von häufig undeutlich faserigem Bindegewebe, das gewöhnliche Epithel der Synovialhaut, hie und da einzelne oder zahlreichere Fettzellen und selten isolirte Knorpelzellen. An ihrem Rande tragen sie fast ohne Ausnahme blattartige, kegelförmige, membranartige kleine Fortsätze von den abentheuerlichsten Formen (viele namentlich wie Cactusstengel), welche selten noch Gefässe führen, meist nur aus einer Axe von undeutlich faserigem Bindegewebe, hie und da mit Knorpelzellen und einem stellenweise sehr dicken Epithel, manchmal die kleineren selbst nur aus Epithel oder fast nur aus Bindewebe bestehen.

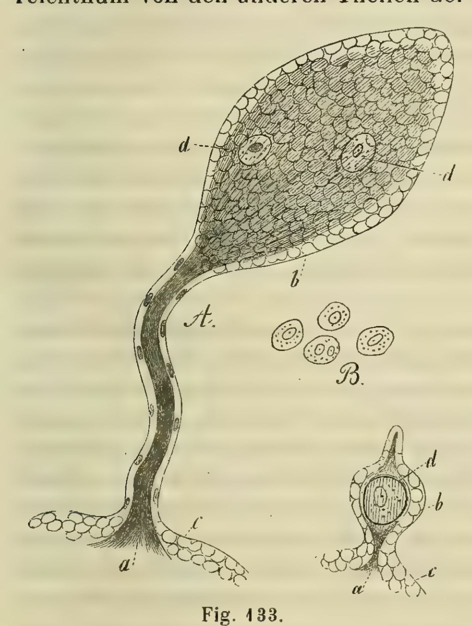


Fig. 133.

In manchen Gelenken finden sich feste, weissgelbe faserige Platten, sogenannte *Cartilagines s. Lig. interarticularia*, welche von der Synovialkapsel aus zu zweien zwischen die betreffenden Knochen sich einschieben (Kniegelenk) oder eine einzige Scheidewand quer durch das Gelenk bilden (Kiefer-, Schlüsselbein-, Brustbein- und Handgelenk). Dieselben bestehen aus einem festen, meist in verschiedenen Richtungen sich kreuzenden Fasergewebe, welches ganz an das Bindegewebe sich anschliesst, jedoch minder deutlich Fibrillen zeigt, ausserdem aus Knorpelzellen und vielen anastomosi-

Fig. 133. Von der Synovialhaut eines Fingergelenkes. *A* Zwei gefässlose Anhänge der Synovialfortsätze, 250mal vergr. *a*. Bindegewebe in der Axe derselben, *b*. Epithel (im Stiel des grösseren Fortsatzes nicht deutlich zellig) in dasjenige der freien Ränder des Fortsatzes *c* übergehend, *d*. Knorpelzellen. *B*. Vier Zellen aus dem Epithel der Synovialhaut des Knies, eine mit zwei Kernen, 350mal vergr.

renden Saftzellen oder feinen elastischen Fasern. Die Knorpelzellen sind in den oberflächlichsten Lagen mehr isolirt, in den tieferen Theilen reihenweise gelagert und kleiner und machen endlich feinen elastischen Fasern Platz, deren Entstehung aus Knorpelzellen ähnlichen Zellen nicht schwer zu beobachten ist. Einen Ueberzug der Synovialhaut besitzen die Zwischengelenkbänder, die dem Bemerkten zufolge zu den Faserknorpeln zu zählen sind, nicht, wohl aber sind sie an ihrem mit der Gelenkkapsel verbundenen Rande, jedoch nur auf eine ganz kleine Strecke, nie an ihrer gesammten Oberfläche, von dem Epithel der Gelenkhöhle überzogen. Die Gelenkbänder bestehen mit Ausnahme des weicheren *Lig. teres*, aus demselben festen Bindegewebe (in den Bändern der Rippengelenke mit Knorpelzellen, ebenso am *Lig. transversum dentis*), wie die Sehnen und sonstigen fibrösen Bänder, nur haben die innern Bänder (*Lig. cruciata* etc.) eine weichere Bindegewebslage mit Gefässen und ein Epithel als Ueberzug.

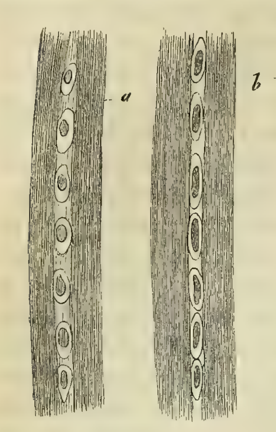


Fig. 134.

Innerhalb der Gelenkkapseln findet sich eine geringe Menge einer hellen, gelblichen, fadenziehenden Flüssigkeit, die Gelenkschmiere, *Synovia*, welche in ihrer chemischen Zusammensetzung dem Schleime sehr ähnlich zu sein scheint, namentlich auch flüssigen Schleimstoff enthält. Mikroskopisch untersucht, bietet dieselbe unter normalen Verhältnissen nicht viel Bemerkenswerthes dar und besteht einfach aus einer durch Essigsäure sich trübenden Flüssigkeit, die sehr häufig einige, oft fettig metamorphosirte Epithelzellen, Kerne von solchen und Fettkügelchen, und unter nicht ganz normalen Verhältnissen auch Blut- und Lymphkügelchen, losgelöste Theile der Synovialfortsätze, des Gelenkknorpels und eine structurlose gelatinöse Substanz enthält.

Die normale gesunde Synovia, die nach *Frerichs* (*Wagn.* Handw. III. 1) beim Ochsen 94,8 Wasser, 0,5 Schleimstoff und Epithel, 0,07 Fett, 3, 5 Eiweiss und Extracte, 0,9 Salze enthält, ist ein Secret, dem geformte Elemente nicht wesentlich zukommen und das unter Mitbetheiligung des Epithels einfach von den Gefässen der Synovialhäute ausgeschwitzt wird und zwar vor allem von den Gefässfortsätzen derselben, die wie eigens zu diesem Zwecke angelegt sind, und auch immer am Rande der vorzüglich eines schlüpfrigen Ueberzuges bedürfenden Knorpel sich finden. Die gefässlosen Anhänge dieser Fortsätze geben, indem sie sich vergrössern, fester werden und von ihrem Verbande mit den Gefässfortsätzen sich lösen, gewissen Formen der sogenannten Gelenkmäuse den Ursprung. Diese, die auch in Schleimbeuteln und Sehnenscheiden, die ebenfalls Gefässfortsätze besitzen (siehe oben §. 85), vorkommen, bestehen aus einem Ueberzug von Epithelium, Bindegewebe mit verlängerten Kernen und, jedoch nicht im-

Fig. 134. Aus dem *Lig. falciforme* des Kniegelenkes. *a.* Ein Bindegewebsstreifen mit reihenweis gelagerten, länglich runden Zellen, ähnlich Knorpelzellen. *b.* Ein solcher mit längeren Zellen und Kernen, die, wenn sie spindel- und sternförmig auswachsen, zu genuinen Saftzellen werden.

mer und in wechselnder Zahl, aus eingestreuten Fett- und wahren Knorpelzellen, und entwickeln sich nicht ausserhalb der Synovialhaut, sondern durch eine Wucherung dieser selbst. Uebrigens können ähnliche feste Körperchen wahrscheinlich auch noch auf andere Weise entstehen, indem wenigstens *Bidder* (Zeitschr. f. rat. Medicin, Bd. 3. S. 99 fgde.) und *Virchow* (Med. Zeit. 1846. Nr. 2 u. 3) solche beobachteten, die keine Spur von Organisation zeigten. Ich möchte diese letzteren Gebilde in vielen Fällen mit *Virchow*, der den Faserstoff in ihnen wirklich nachwies, für Fibrinexsudate, in anderen für festgewordene Niederschläge aus der Synovia halten, welche letztere Ansicht durch das häufige Vorkommen von sulzigen, mehr oder weniger consistenten structurlosen Massen, offenbar verdichteter Synovia in den Sehnenscheiden der Haut unterstützt wird. — Auch Knochenstücke, von Wucherungen am Umfang der Gelenkenden losgerissen, können in das Innere der Gelenke hineingelangen. — Die *Plicae adiposae* in Gelenken haben wohl weniger zur Bildung der Synovia als zur Mechanik der Gelenke Bezug, indem sie als Ausfüllungsmasse dienen.

§. 100.

Physikalische und chemische Eigenthümlichkeiten der Knochen und ihrer Hülfsorgane. — Die Knochen bestehen, neben einer geringen Menge von Wasser (3—7% nach *Stark* in compacter Substanz) und Fett (2—3% *Bibra*), vorzüglich aus leimgebender Substanz und anorganischen Theilen. Die letztern bilden im Erwachsenen ungefähr ⅔ (68,82 *Bibra*) der trocknen Knochen und werden fast alle erhalten, wenn man die Knochen glüht (calcinirt), in welchem Falle, wenn die gehörige Vorsicht angewandt wird, der Knochen seine äussere Gestalt vollkommen beibehält, jedoch sehr leicht in ein weisses, undurchsichtiges, sprödes, schweres Pulver, die sogenannte Knochenerde zerfällt. Diese besteht vorzüglich aus 57—59% basisch phosphorsaurem Kalk (nach *Heintz* 3 Atom Basis, 1 Atom Säure), aus kohlensaurem Kalk (7—8%) und etwas Fluorcalcium (Spuren), phosphorsaurer Talkerde, Kieselerde (Spuren) und alkalischen Salzen. Ein kleiner Theil der Salze der Knochen ist auch in den Gefässwandungen und in den Knochenhöhlen enthalten und im Wasser dieser Theile gelöst. — Die leimgebende Substanz der Knochen ist der sogenannte Knochenknorpel oder Bildungsknorpel, *Cartilago ossium, sive formativa s. ossescens*. Dieser wird erhalten, wenn man einen Knochen bei niederer Temperatur mit verdünnter Salzsäure oder Salpetersäure behandelt und zeigt sich als eine weiche, biegsame, elastische, leicht gelbliche, knorpelähnliche, durchscheinende Substanz genau in der Form des Knochens. Dieser Knochenknorpel beträgt ungefähr ⅓ des trocknen Knochens, fault, wenn er feucht ist und verbrennt trocken mit Zurücklassung von etwas Asche. Durch Kochen löst sich der Knochenknorpel auf und es entsteht durch Verbindung desselben mit Wasser das 3—4fache Volumen gewöhnlichen Leimes, welcher Leim auch direct durch langes Kochen der Knochen im Papinianischen Topfe gewonnen werden kann. — Die Art und Weise des Vorkommens der Hauptsubstanzen des Knochengewebes anlangend, so ist sicher, dass die Knochenerde nicht als Depositum für sich in irgend welchen Theilen gesunder ausgebildeter Knochen sich findet, vielmehr, wenn auch in fester Gestalt, doch nur in einer sehr innigen Verbindung mit dem leimgebenden Gewebe. Da der Knochenknorpel und der calcinirte Knochen jeder für sich die Gestalt des Kno-

chens in allen seinen Einzelnheiten wiederholen, so muss wohl die innigste Vereinigung beider Substanzen durch den ganzen Knochen statuirt werden, die jedoch nicht als wirkliche chemische Verbindung angesehen werden kann, vorzüglich aus dem Grunde, weil die Verhältnisse zwischen der leimgebenden Substanz und dem phosphorsauren Kalk sehr wechselnd sind und weil durch blosses Kochen unter erhöhtem Druck der Leim von dem Kalk sich trennt.

Die physikalischen Eigenschaften der Knochen richten sich nach ihrer Zusammensetzung. Von der Menge der erdigen Bestandtheile ist die Härte, Dichtigkeit und Festigkeit derselben abhängig, von den organischen ihre Elasticität und Biegsamkeit. In normalen Knochen des Erwachsenen sind die zwei Hauptsubstanzen in solcher Weise vereint, dass die Knochen bei einer bedeutenden Härte und Festigkeit eine gewisse, jedoch geringe Elasticität besitzen, so dass sie eine bedeutende Widerstandskraft haben und bei Einwirkung grösserer mechanischer Gewalt doch nicht so leicht brechen. Im früheren Alter, wo der Knorpel in grösserer Menge da ist, ist die Härte weit geringer, die Tragfähigkeit daher unbedeutender und der Knochen zu Verkrümmungen geneigter, wogegen seine grössere Elasticität ihn vor Brüchen viel mehr bewahrt. In noch höherem Grade ist dies bei der Rachitis der Fall, wo die organischen Bestandtheile zwischen 70—80% betragen. Umgekehrt werden im höhern Alter die Knochen zwar härter, aber auch spröder, so dass sie leicht brechen, woran jedoch auch die in diesem Alter eintretende Rarefaction des Gewebes zum Theil Schuld sein möchte. — Die Verbrennlichkeit der Knochen rührt von ihrer organischen Grundlage her, ihre Undurchsichtigkeit, weisse Farbe, das grosse specifische Gewicht und die Fähigkeit der Fäulniss zu widerstehen, von den anorganischen Theilen. Die letzteren, weil so innig mit den animalischen Theilen gemengt, schützen auch diese, so dass Knochen aus alten Gräbern und vorweltlicher Thiere noch ihren vollen Gehalt an Knorpel besitzen.

Die wahren Knorpel, auch die des Fötus, bestehen neben ihrer organischen Grundlage aus 50—75% Wasser, 3—4% Salzen (vorzüglich Sulfate von Natron und Kalk [*Bibra*] und kohlensaurer Kalk, daneben besonders noch etwas phosphorsaurer Kalk und Talk). Erstere besteht in der Grundsubstanz aus Chondrin oder Knorpelleim, wogegen die Knorpelkapseln sammt den Knorpelzellen, die sie einschliessen, in Wasser sich nicht lösen und auch in Kali und Schwefelsäure länger widerstehen, als die Grundsubstanz, und ihre eigene Zusammensetzung haben. — Die Faserknorpel (Knorpelzellen mit Bindegewebe) sind noch wenig untersucht. *J. Müller* fand in den *Cartilag. interarticulares* des Kniegelenkes des Schafes kein Chondrin; dagegen traf *Donders* (Holl. Beitr. p. 264) in den *Ligg. intervertebralia* Chondrin; ob dieselben auch Leim enthalten, will er nicht entscheiden; nach *Virchow* besteht der Gallertkern dieser Bänder bei Neugebornen aus einem der colloiden Substanz sehr nahe stehenden Körper (Würzb. Verhandl. II. 283). — Die Bänder verhalten sich chemisch wie die Sehnen.

§. 101.

Gefässe der Knochen und ihrer Nebenorgane. A. Blutgefässe. Die Beinhaut, *Periost*, hat ausser vielen durchtretenden für den Knochen bestimmten Gefässen mehr in ihrer äussern bindegewebigen Lage ein mässig enges Netz feiner (0,005''') Capillaren. Die Blutgefässe der Knochen selbst sind sehr zahlreich, wie man an injicirten und leichter noch an frischen mit Blut gefärbten Präparaten sehen kann. Bei den langen Knochen werden das Mark und die spongiösen Gelenkenden von besonderen Gefässen versorgt und ebenso die compacte Substanz des Mittelstücks. Erstere oder die *Vasa nutritia* dringen durch besondere grössere Canäle, die zu einem oder zweien an den Diaphysen zu vielen an den Apophysen sich finden, in die Knochen ein, verästeln sich, abgesehen von spärlicheren Gefässchen, die sie an die innersten Haversischen Canälchen der *Substantia compacta* abgeben, mit allen Häuten, die die Gefässe sonst besitzen (auch der *Muscularis*) in dem Mark und bilden hier ein wirkliches Capillarnetz mit Gefässchen von 0,004—0,0052''' die feinsten. Die Gefässe der compacten Substanz stammen grossentheils aus denen des Periostes, verlieren ihre Muskelhaut sehr bald und bilden in den Haversischen Canälen, die sie bald für sich allein, bald mit etwas Mark erfüllen, ein Netz weiter Canäle, die man in ihrem Bau nur dem geringsten Theile nach zu den Capillaren zählen kann, indem die meisten eine Bindegewebslage und ein Epithelium besitzen, und nur in den grösseren Gefässcanälen neben dem Hauptgefässe noch feine Capillaren vorhanden sind. Das Venenblut tritt aus jedem langen Knochen an drei Stellen ab, 1) durch eine grössere Vene, welche die *Arteria nutritia* begleitet und dieselbe Verbreitung hat wie diese, 2) durch viele grosse und kleine Venen an den Gelenkenden, 3) endlich durch viele kleine Venen, welche abgesondert für sich aus der compacten Substanz der Diaphyse herauskommen, in der sie mit ihren Wurzeln, wie *Todd* und *Bowman* wohl richtig angegeben, die weiteren Räume und die sinus- oder taschenartigen Aushöhlungen einnehmen, die auch an Knochenschliffen sehr deutlich hervortreten. — Alle Knochengefässe, die Markgefässe der Apophysen und der Diaphysen, sowie die Gefässe der compacten Substanz, communiciren mannigfach, so dass das Gefässsystem durch den ganzen Knochen als ein continuirliches sich darstellt und Blut möglicher Weise von allen Theilen in alle gelangen kann, wie denn auch *Bichat* (III, 44) an einer injicirten Tibia, deren *Arteriae nutritiae* obliterirt waren, das Mark ganz gut ausgespritzt fand.

In den kurzen Knochen zeigen die Blutgefässe ungefähr dasselbe Verhalten, wie in den Apophysen der langen, indem die Arterien und Venen an vielen Orten der Oberfläche mit grösseren und kleineren Stämmchen, zum Theil wie an der hintern Fläche der Wirkelkörper mit sehr grossen Stämmen, den *Venae basi-vertebrales Brechet*, ein- und austreten, mit einem Capillarnetz das Mark versorgen und auch in die spärlichen Haversischen Canälchen dieser Knochen eingehen.

Die platten Knochen anlangend, so haben die *Scapula* und das *Os innominatum* bestimmte Ernährungslöcher für grössere Arterien und Venen

und erhalten in der compacten Substanz feinere Gefässe vom Periost aus und in den schwammigen Theilen, wie in der Gegend der Gelenkgruben, viele, auch grössere Gefässe. In den platten Schädelknochen verlaufen, während die Arterien meist als feine Zweigelchen von beiden Flächen aus in die Rinde und die schwammige Substanz eintreten und wie gewöhnlich beschaffen sind, die sogenannten *Venae diploeticae* nur mit ihren Wurzeln wie in anderen Knochen frei im Marke, mit den Stämmen, Aesten und grösseren Zweigen dagegen ziehen dieselben für sich meist ohne Betheiligung von Mark in besonderen, baumförmig verzweigten grösseren Canälen, den sogenannten *Brechet*'schen Knochencanälen, die an bestimmten Stellen mit grösseren Oeffnungen *(Emissaria Santorini)* ausmünden und mit denen der harten Hirnhaut in mannigfacher Verbindung stehen, über welche Verhältnisse die Handbücher der speciellen Anatomie nachzusehen sind. Die Weite und Menge der Venen in den platten Schädelknochen ist übrigens äusserst variabel und obliteriren dieselben namentlich im Alter mit der so häufigen Abnahme der Diploe immer mehr, wesshalb auch die Venencanäle und ihre Oeffnungen *(Emissaria)* von so wechselnder Stärke sind.

Die Gelenkknorpel und andere Knorpel des Knochensystems, auch die Faserknorpel enthalten beim Erwachsenen normal durchaus keine Gefässe, mit Ausnahme des Perichondrium, das jedoch in dieser Beziehung dem Periost bedeutend nachsteht, wohl aber können in einigen derselben, wie in den Rippenknorpeln im mittleren Alter und später Gefässe auftreten, in welchem Falle dann auch häufig theilweise Verknöcherung vorgefunden wird oder folgt. Arm an Gefässen sind die fibrösen Bänder und namentlich die elastischen und in dieser Beziehung mit den Sehnen auf eine Stufe zu stellen, wogegen die Synovialhäute durch bedeutende Zahl von Blutgefässen sich auszeichnen. Reich an solchen sind hier namentlich die schon oben erwähnten Synovialhautfalten, dann auch die Synovialhäute selbst, welche überall unmittelbar unter dem Epithel ein ziemlich enges Netz von 0,004—0,01''' weiten Canälen enthalten.

B. Lymphgefässe der Knochen werden von einigen älteren und neueren Autoren erwähnt (siehe meine Mikr. Anat. II. 1. 336), doch sind dieselben immer noch zweifelhaft und habe ich mich bisher vergeblich bemüht, solche zu finden. Die übrigen Theile des Knochensystems anlangend, so kann es sich nur darum handeln, ob das Periost und die Gelenkkapseln Lymphgefässe besitzen. In ersterem sind sie noch nicht beobachtet, dagegen werden sie in letzteren von mehreren Autoren, *Cruveilhier* z. B., angenommen. Freilich sind auch hier ihre Anfänge durchaus nicht nachgewiesen und mir wenigstens erscheint als sehr zweifelhaft, ob die Synovialhäute selbst solche Gefässe enthalten, dagegen ist es wohl sicher, dass in dem lockern Bindegewebe um die Gelenkkapseln herum und zwischen demselben und dem Periost der Apophysen, namentlich am Knie, Lymphgefässe vorkommen.

§. 102.

Nerven des Knochensystems. Das Periost ist reich an Nerven, doch gehört der grössere Theil derselben nicht ihm selbst an, sondern den Knochen (siehe unten). Berücksichtigt man nur die eigentlichen Periostnerven, so zeigt sich, dass die Zahl derselben im Ganzen ziemlich spärlich ist, ja dass sie vielleicht an gewissen Stellen gänzlich fehlen, wie am Halse des Oberschenkels und unter gewissen Muskeln (*Glutaeus minimus*, *Musculi peronaei* z. B.); doch giebt es wohl keinen Knochen, an dem dieselben nicht an gewissen Stellen sich finden. Diese Nerven liegen in derselben Schicht wie die Gefässe, bald längs der grösseren Stämmchen, bald für sich, stammen wenigstens einem Theile nach von den grösseren Nerven der Knochen selbst, und verbreiten sich, obschon ihre Verästelungen und Anastomosen spärlich sind, nachweisbar über grosse Strecken. In den Stämmchen messen die Primitivfasern meist 0,002—0,004''', erreichen jedoch nach und nach theils durch wirkliche Theilungen, die ich ganz ausgezeichnet im Perioste der *Fossa infraspinata* und *iliaca* des Menschen, *J. N. Czermak* auch am Stirnbeine des Hundes, sah, theils durch allmähliche Abnahme, den Durchmesser von 0,0012—0,0016''' und enden manche bestimmt, vielleicht alle frei. An den Gelenkenden mancher Knochen, so am Ellbogen, Knie, den Knöcheln, sah ich die Nerven reicher als sonst, in dem gefässreichen Bindegewebe über dem eigentlichen Periost vielfach sich verästelnd und anastomosirend und vorzüglich dem Laufe der Gefässe folgend, doch kamen mir Theilungen der Primitivfasern und Endigungen hier nicht zu Gesicht.

Die Knochennerven, die vielleicht mit Ausnahme der *Ossicula auditus* und *Ossa sesamoidea* überall vorkommen, verhalten sich nicht in allen Knochen vollkommen gleich. In den grösseren langen Knochen dringen dieselben einmal mit den Ernährungsgefässen als ein oder, wo zwei *Foramina nutritia* da sind, zwei ziemlich bedeutende (bis 0,16''' messende), von blossem Auge sichtbare Stämmchen direct in die Markhöhle ein und verbreiten sich hier, dem Laufe der Gefässe folgend, jedoch nicht immer an denselben anliegend, bis gegen die Apophysen zu im Mark, indem sie vielfach sich verästeln, jedoch, so viel ich wenigstens sah, nur wenige Anastomosen bilden. Zweitens besitzen alle diese Knochen, auch in den Apophysen viele feinere Nerven, welche mit den hier so reichlichen Blutgefässen direct in die schwammige Substanz sich begeben und im Marke sich verzweigen, und drittens endlich gehen selbst in die compacte Substanz der Diaphysen mit den feinen, in dieselbe eindringenden Arterien ganz zarte Fädchen ein, die wohl unzweifelhaft hier sich verbreiten, obwohl es mir noch nicht gelungen ist, sie mitten in der festen Substanz drin aufzufinden. Wie die grösseren verhalten sich auch die kleineren Röhrchenknochen der Hand und des Fusses, nur dass ihre zahlreichen Nerven wegen der hier unentwickelten Markhöhle nicht so regelmässig in Apophysen- und Diaphysennerven sich scheiden.

Von kurzen Knochen fand ich die Wirbel äusserst reich an Nerven, namentlich die Körper. Dieselben dringen sowohl von hinten im Begleit der

hier liegenden Arterien und Venen *(Venae basivertebrales)* als auch vorn und seitlich mit den Gefässen ein und breiten sich im Marke der schwammigen Substanz aus. Auch im *Talus*, *Calcaneus*, *Os naviculare, cuboideum, cuneiforme I.* sah ich in den grösseren Knochen mehrere, in den kleineren wenigstens je ein Nervenfädchen.

Im Schulterblatt und Hüftbein sind die Nerven sehr zahlreich und zwar dringen dieselben vorzüglich an den oben bezeichneten Stellen mit den grösseren Gefässen theils in der Fläche, theils in der Gegend der Gelenkgruben ein. Auch im Brustbein und in den platten Schädelknochen gelingt der Nachweis der Nerven nicht schwer. Bei letzteren sah ich schon bei Neugebornen im *Os occipitis* und *parietale* Nerven durch die *Foramina emissaria*, die um diese Zeit auch eine Arterie enthalten, eindringen und bei Erwachsenen finden sich im Scheitelbein, Stirnbein, Hinterhauptsbein, obschon spärlich, doch hie und da mikroskopische Fädchen an den kleinen Arterien, die von aussen in die compacte Substanz eintreten, und wahrscheinlich bis in die *Diploe* eindringen.

Aus diesen Beobachtungen, zusammengehalten mit denen von *Kobelt*, *Beck*, *Engel*, *Luschka* u. a. geht nun wohl der bedeutende Reichthum der Knochen an Nerven unzweifelhaft hervor. Den Ursprung dieser Nerven anlangend, so sind dieselben schon von Früheren zu Kopf- und Rückenmarksnerven verfolgt, wie die Diaphysennerven des Femur, der Tibia, des Humerus zu den *NN. cruralis, tibialis, ischiadicus* und *perforans Casseri,* ebenso ein Stirnbeinnerv zum *N. supraorbitalis,* was von mir für die Tibianerven und von *Lusckka* für die gewisser Schädelknochen und der Wirbel bestätigt worden ist; doch betheiligt sich auch der *Sympathicus* an der Bildung derselben, wie neulich *Luschka* an den Wirbelnerven und schon früher *Kobelt* fand. Die mikroskopische Untersuchung bestätigt dies, indem die Knochennerven in den Stämmen und Endigungen ganz an die sensiblen Aeste der Rückenmarksnerven erinnern und in den Stämmen ⅓ Fasern von 0,005—0,006‴, ⅔ solche von 0,002—0,004‴, in den stärkeren Aesten vorwiegend Fasern von 0,002—0,003‴, aber auch noch solche bis 0,006‴ hinauf, in den feinsten Verzweigungen endlich nur Fasern von 0,0012—0,0016‴ enthalten. Auch die Beinhautnerven, die oft nachweisbar mit den Knochennerven zusammenhängen und zu den Extremitätennerven sich verfolgen lassen, stammen wohl vorwiegend aus den Rückenmarksnerven, jedoch soll auch bei ihnen eine Betheiligung des Sympathicus nicht in Abrede gestellt werden. Wie die Knochennerven enden, habe ich nicht gesehen, und kann nur soviel sagen, dass schliesslich von den Nerven im Marke feinste Aestchen aus etwas Neurilem und 1—2 feinen Fasern sich entwickeln, was jedoch aus diesen wird, blieb mir verborgen. Erwähnung verdient wohl auch noch, dass ich an zwei Orten an den Knochennerven vor ihrem Eintritte in Knochen Pacinische Körperchen fand, und zwar am Diaphysennerv der Tibia 2‴ vor seinem Eintritte in das *Foramen nutritium* ein Körperchen und zwei andere am grössten Nerven des *Metatarsus hallucis* ebenfalls in der Nähe seines Eintrittes.

Die Bänder anlangend, so habe ich im *Ligamentum nuchae* des Ochsen einige feine, kleine Arterien begleitende Aestchen von 0,004‴ mit feinen

Fasern von 0,012—0,0015‴ gesehen und von *Rüdinger* (l. i. c.) sind neulich auch in den fibrösen Bändern des Menschen Nerven nachgewiesen worden, die nach ihm in derselben Weise sich verhalten wie in Sehnen. Die *Membrana interossea cruris* besitzt vom *Nervus interosseus* abstammende Fädchen, welche aus 1—3 Fasern von 0,003—0,004‴ gebildet, prächtige Verästelungen und freie Endigungen ihrer Primitivfasern darbieten. — Auch ein Nerv von 0,03‴, der mit einer Arterie in den faserigen äusseren Theil der Symphyse hinein ging, mag hier erwähnt werden. — Von Knorpeln sah ich bisher nur beim Kalb im Nasenscheidewandknorpel in den Knorpelcanälen neben Gefässen (Arterien) sehr deutliche feine Nervenstämmchen von 0,006—0,01‴ mit Fasern von 0,0012—0,0016‴ Dicke. — In den Gelenkkapseln finden sich viele Nerven (*Pappenheim, ich, Rüdinger*), und zwar sowohl in den sogenannten fibrösen Kapseln und dem lockern Bindegewebe ausserhalb der Synovialhäute, als auch vorzüglich in diesen selbst (*Rüdinger*). Beim Kniegelenke sah ich Nerven auch in den grossen Gefässfortsätzen, die neben Arterien Nerven von 0,007—0,008‴ mit feinen auch sich theilenden Fasern von 0,0008—0,002‴ enthielten.

§. 103.

Entwickelung der Knochen. Die Knochen zerfallen in Betreff ihrer Entwickelung in zwei Gruppen, in knorpelig vorgebildete (primäre Knochen) und in solche, die in einem weichen Blasteme von einem kleinen Anfange aus sich gestalten (secundäre Knochen). Erstere sind schon in ihrem Knorpelzustande mit allen ihren wesentlichen Theilen (Diaphysen und Apophysen, Körper, Bogen und Fortsätze u. s. w.) versehen, entstehen in ihrer Knorpelanlage wie andere Knorpel und wachsen auch wie diese mehr oder weniger fort. Dann verknöchern sie, indem ein Theil des Knorpels vollständig von Knochensubstanz verdrängt wird, so dass dessen Perichondrium zum Perioste wird und erreichen von diesem Zeitraume an ihre endliche Gestalt theils auf Kosten des mit ihnen fortwuchernden Knorpelrestes, der nach und nach durch neu auftretendes Knochengewebe ersetzt wird, theils durch weiches ossificirendes Blastem, das Schicht für Schicht an der Innenfläche des Periostes sich ablagert. Die zweite Gruppe von Knochen bildet sich aus einer ganz beschränkten weichen, nicht knorpeligen Anlage hervor und wächst auf Kosten derselben, die zuerst nur an ihren Rändern und bald auch an ihren Flächen sich immerfort neu entwickelt, weiter. Haben diese Knochen eine bestimmte Grösse erreicht, so kann das Blastem, aus dem sie bisher sich vergrössert, theilweise verknorpeln und dieser Knorpel in dasselbe Verhältniss zu ihnen treten, wie bei anderen Knochen, immer aber bleibt der grösste Theil ihrer Bildungsmasse weich und geht die Hauptmasse des Knochens, ohne jemals knorpelig gewesen zu sein, aus demselben hervor.

So oft auch die Entwickelung des Knochengewebes schon besprochen worden ist, so hat man doch die Art und Weise, wie die Knochen als Organe im Ganzen entstehen, noch wenig berücksichtigt und haben *H. Meyer* (*Müll.* Arch. 1849), und ich (Zootomisch. Bericht, Leipzig 1849 und Mikroskop. Anatomie II. 1) dieselbe zuerst in ihren

Einzelnheiten verfolgt, nachdem schon im Jahre 1846 - 1847 durch *Tomes*, *Sharpey*, *Bowman* und mich (Zürch. Mitth. I. p. 168) gewisse Hauptzüge derselben festgestellt worden waren. In neuester Zeit haben *Bruch*, *Virchow*, *Brandt*, *Tomes* und *de Morgan* werthvolle Ergänzungen geliefert, und *H. Müller* endlich verdanken wir es, dass die äusserst wichtige, zuerst von *Sharpey* hervorgehobene und später von *Bruch* gekannte, jedoch ganz allgemein missachtete Thatsache, dass die Knorpel nur Vorläufer der Knochen sind und nie wirklich zu solchen werden, über jeden Zweifel festgesetzt und in allen Einzelnheiten nachgewiesen wurde.

§. 104.

Das ursprüngliche Knorpelskelet des menschlichen Körpers ist zwar weniger vollständig als das spätere knöcherne, allein immerhin ausgedehnt genug. Wir finden als Theile desselben 1) eine vollständige Wirbelsäule mit ebenso viel knorpeligen Wirbeln als später knöcherne auftreten, mit knorpeligen Fortsätzen und mit Zwischenwirbelbändern, 2) knorpelige Rippen und ein knorpeliges, nicht gegliedertes Brustbein, 3) ganz knorpelige Extremitäten mit ebenso vielen und äusserlich ähnlich gestalteten Stücken als später Knochen da sind, mit einziger Ausnahme der Beckenknorpel, die eine einzige Masse ausmachen, 4) endlich einen unvollständigen knorpeligen Schädel. Dieses sogenannte Primordialcranium (meine Mikr. Anat. Tab. III. Fig. 1—3) bildet ursprünglich eine zusammenhängende Knorpelmasse, entspricht grösstentheils dem Hinterhauptsbein (mit Ausnahme der obern Hälfte der Schuppe), dem Keilbein (mit Ausnahme der *Lamina externa* des *Processus pterygoideus*), dem Zitzen- und Felsentheil des Schläfenbeines, dem Siebbein, der untern Muschel, den Gehörknöchelchen und dem Zungenbein, enthält aber auch einige Knorpelpartieen, die nie verknöchern und entweder zeitlebens in diesem Zustande verharren, wie die meisten Knorpel der Nase, die Knorpelansätze am Zungenbein, oder später verschwinden, wie vor allem der *Meckel*'sche Fortsatz, zwei Knorpellamellen unter den Nasenbeinen, ein Knorpelstreif, der den Griffelfortsatz mit dem Zungenbein verbindet und zwei andere, von denen der eine von dem äussern Theile der *Ala parva* seitlich zur *Lamina cribrosa* geht, der andere von der knorpeligen *Pars mastoidea* und *petrosa* nach oben und vorn sich erstreckt. Mithin fehlen dem knorpeligen *Cranium* des Menschen vollständig das Schädeldach und fast ganz die Seitentheile, ferner fast Alles, was später von den Gesichtsknochen eingenommen wird, doch sind wenigstens am eigentlichen Schädel die nicht von Knorpel gebildeten Stellen durch eine faserige Membran verschlossen, die nichts anderes als eine Weiterentwickelung der ursprünglichen weichen Schädelkapsel ist, so dass mithin der Schädel um diese Zeit, wenn auch nur zum Theil knorpelig, doch ebenso vollständig ist wie früher und immer noch seiner anfänglichen weichen Anlage entspricht. Bei Säugethieren, wie z. B. beim Schwein, kommen viel vollständigere knorpelige Schädel vor (meine Mikr. Anat. Tab. III. Fig. 4. u. 5).

Die Entwickelung der ersten Knorpelzellen anlangend, so ist es bei den Batrachiern leicht nachzuweisen, dass dieselben aus den ursprünglichen Bildungszellen hervorgehen (s. m. Mikr. Anat. II. 1. p. 349) und dasselbe gilt unzweifelhaft auch für

den Menschen und die Säuger. Bei einem 8—9 Wochen alten menschlichen Embryo, dessen äussere Extremitäten sich eben hervorbildeten, war in denselben fast noch keine Spur von einem geformten Knorpel vorhanden, und die innersten Zellen der Extremitätenanlagen von den äusseren kaum zu unterscheiden. Dieselben waren 0,004—0,006‴ gross, kugelrund, mit graulichem granulirtem Inhalt und minder deutlichen Kernen von 0,003‴ und bildeten ohne nachweisbare Zwischensubstanz ein wenig festes Gewebe. Schon etwas weiter waren die entsprechenden Zellen bei einem 6—7‴ langen Schafembryo, obschon er kleiner war als die erwähnte menschliche Frucht. Hier nämlich (Fig. 135) maassen dieselben schon grössten Theils 0,006—0,01‴, hatten deutliche Wandungen, Kerne und einen wasserhellen, nur leicht granulirten Inhalt und lagen in einer spärlichen homogenen Zwischensubstanz, so dass sie sich nur noch zum Theil oder selbst gar nicht berührten. Einige wenige Zellen nur waren in ihrem Innern noch ganz trüb, ohne sichtbaren Kern, andere im Beginn der Aufhellung durch Metamorphose ihres Contentum. Die weitere Entwickelung des Knorpels bis ans Ende des fötalen Lebens zeigt, abgesehen von der Verknöcherung, das Eigenthümliche, 1) dass die Zellen gerade wie bei Batrachierlarven durch endogene Zellenbildung stätig sich vermehren, während gerade wie bei diesen, von einer Entstehung von Zellen, unabhängig von den schon vorhandenen oder von einer Anlagerung neuer Zellen von aussen, welche *Bruch* neulich vertheidigt, während er mit *Brandt* die Vermehrung der Knorpelzellen durch endogene Bildungen verwirft, keine Spur zu sehen ist und 2) dass die Zwischensubstanz, die hier offenbar grösstentheils unabhängig von den Zellmembranen sich bildet, immer mehr zunimmt. Die Zellen anlangend, so sind dieselben nach *Harting* in dem zweiten Rippenknorpel im viermonatlichen Fötus 0,0036‴ lang, 0,0023‴ breit, und entspricht ihre Gesammtmasse so ziemlich derjenigen der Zwischensubstanz; bei Schweineembryonen von 3½″ Länge ist nach *Schwann* der von den kernhaltigen, hellen, dünnwandigen Zellen eingenommene Raum dreimal grösser als der der Zwischensubstanz; ich selbst finde die Knorpelzellen bei einem fünfmonatlichen menschlichen Embryo 0,003—0,008‴ gross mit und ohne Tochterzellen, zum Theil mit deutlichen Wänden, zum Theil ohne solche und durch Zwischenräume einer ganz homogenen Substanz von 0,002—0,005‴ von einander getrennt. Bei Neugebornen messen sie nach *Harting* 0^{mm},032—0^{mm},028 in der Länge, 0^{mm},0072 in der Breite, sind 3—4-mal so zahlreich als beim viermonatlichen Fötus, stehen dagegen jetzt an Masse der Zwischensubstanz bedeutend nach, welche mehr als das Doppelte derjenigen der Zellen ausmacht. Nach der Geburt wachsen in den nicht ossificirenden Knorpeln die Zwischensubstanz und die Zellen ziemlich gleichmässig fort, so dass ihr Verhältniss beim Erwachsenen ungefähr dasselbe ist, wie beim Neugebornen. Die Zellen sind beim Erwachsenen 8—12mal grösser als beim Neugebornen *(Harting)*, doch sollen dieselben nach ihm jetzt an Zahl abnehmen, so dass sie nur noch ungefähr die Hälfte von derjenigen beim Kinde betragen, was durch eine Verschmelzung der Zellen erklärt wird. Mir scheinen die von *Harting* mitgetheilten Zahlen nicht hinreichend, um den angegebenen Satz zu begründen, und wenn auch derselbe feststände, könnte ich doch nicht mit der gegebenen Erklärung übereinstimmen, indem mir für die Annahme einer Verschmelzung von Knorpelzellen auch nicht Eine Thatsache zu sprechen scheint.

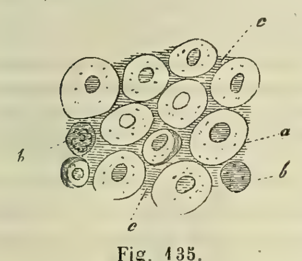
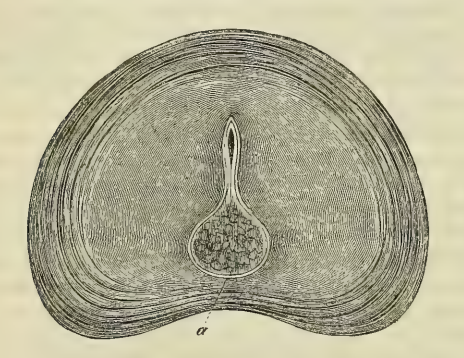


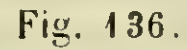
Fig. 135.

Hier sei auch noch kurz der *Chorda dorsalis* oder der Rückensaite Erwähnung gethan. Dieselbe ist ganz entwickelt ein cylindrischer, vorn abgerundeter und hinten zugespitzter knorpelartiger Streifen, der bei ganz jungen Embryonen in der Gegend der spätern Wirbelkörper und Schädelbasis vom Kopf bis zum hintern Leibesende sich erstreckt und eine ungegliederte festere Körperaxe derselben bildet. Um diese *Chorda*

Fig. 135. Knorpelzellen aus dem *Humerus* eines 6″ langen Schafembryo. *a.* Zellen mit Kern und hellem Inhalt (zwei Zellen haben noch Reste des früheren dicken Contentum), *b.* Zellen mit consistentem Inhalt ohne sichtbaren Kern; *c.* Intercellularsubstanz.

jedoch nicht in unmittelbarem Zusammenhange mit ihr entstehen selbständig die knorpeligen Anlagen der Wirbelkörper und der Schädelbasis und die *Lig. intervertebralia*, worauf dieselbe dann später in den Wirbeln schwindet. An einigen Gegenden, wie im Steissbein, im Zahn des *Epistropheus* und in der Schädelbasis erhalten sich nach den interessanten Erfahrungen von *H Müller* zusammenhängende Chordareste länger, so dass sie selbst nach der Geburt noch zu treffen sind, und nach *Müller* am letztgenannten Orte selbst zur Entstehung besonderer Geschwülste (der sog. Gallertgeschwülste am *Clivus*) Veranlassung zu geben scheinen (Zeitschr. rat. Med. III. R. II.). Eine eben vorgenommene Untersuchung zeigt mir übrigens, dass bei Neugebornen und Kindern aus dem ersten Jahre auch in den *Ligamenta intervertebralia* die *Chorda* noch vorhanden ist. Alle diese Bänder enthalten im Innern eine scharfbegrenzte rundliche oder birnförmige Höhle (Fig. 136) und in dieser eine zarte Gallerte, die aus weicher Grundsubstanz mit einzelnen eingestreuten verschieden grossen blassen Körnchen und ganz sonderbaren weisslichen Zellenhaufen besteht. Die letztern, die schon von *Donders* und mir (S. Mikr. Anat. II. 1. p. 310) und später auch von *Luschka* gesehen




Fig. 136.

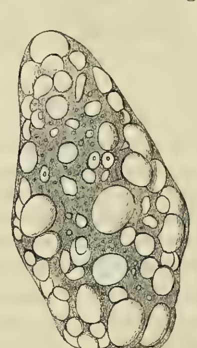


Fig. 137.

aber von Niemand in ihrer Bedeutung erkannt wurden, sind, wie ich jetzt mit Bestimmtheit mittheilen kann, nichts als die gewucherte Masse der Chordazellen, zeichnen sich jedoch dadurch aus, dass sie theils viele isolirte Haufen, bis zu 0,1''' und darüber Grösse, theils grössere, oft netzförmig durchbrochene Massen darstellen und in ihren Elementen grösstentheils eine ganz auffallende Umwandlung erlitten haben (Fig. 137), indem dieselben in grösseren oder kleineren Bruträumen eine helle viscide Flüssigkeit enthalten. Oft sind die *Vacuolen* so zahlreich, dass die Zusammensetzung der Haufen aus Zellen nur mit Mühe nachzuweisen ist. Ganz dieselben Zellenhaufen habe ich nun auch hie und da beim Erwachsenen gefunden, und unterliegt es daher meiner Meinung nach nicht dem geringsten Zweifel, dass ein guter Theil der Gallertkerne der *Lig. interv.* direct aus der *Chorda* hervorgeht, obschon die genaueren Verhältnisse erst noch zu ermitteln sind. Aus dem Gesagten ist klar, dass die Höhle der *Lig. intervertebralia* keine secundäre Bildung ist, wie *Luschka* will, sondern die ursprüngliche, durch Wucherung ihrer Zellen vergrösserte Höhle der *Chorda* selbst.

§. 105.

Metamorphosen des ursprünglichen Knorpelskelettes. Von den ursprünglichen Knorpeln entwickelt sich ein Theil mit dem übrigen Ske-

Fig. 136. *Lig. intervertebrale* eines Neugebornen im Querschnitt. *a.* Chordahöhle mit den Zellen der Chorda erfüllt. Etwa 25mal vergr.

Fig. 137. Ein Haufen Chordazellen mit Vacuolen aus einem *Lig. interv.* eines 5 Wochen alten Kindes. 350mal vergr.

lette weiter und gestaltet sich zu den bleibenden Knorpeln der Nase, der Gelenke, Symphysen und Synchondrosen, ein zweiter geht im Laufe der Entwickelung vollständig unter (gewisse Schädelknorpel, siehe §. 104), der dritte grösste endlich ossificirt und bildet alle Knochen des Rumpfes und der Extremitäten und einen guten Theil derjenigen des Schädels. Alle diese Knochen verknöchern wesentlich auf dieselbe Weise. An einer oder mehreren Stellen der knorpeligen Anlagen derselben *(Puncta ossificationis)* beginnt eine Ablagerung von Kalksalzen zwischen die Knorpelzellen, so dass nach und nach der Knorpel, zuerst ohne wesentliche Aenderung seiner Zellen, in einen eigenthümlichen verkalkten Zustand übergeführt wird. Hierauf schmelzen die verkalkten Theile (Knorpelkapseln und Zwischensubstanz) ein und die so entstandenen grösseren Räume füllen sich mit den wuchernden primordialen Knorpelzellen, die von nun an das junge Mark darstellen, aus welchem dann die junge ächte Knorpelsubstanz an die Reste des verkalkten Knorpels sich ablagert und nach und nach dessen Stelle einnimmt. Diese Umwandlung schreitet bald nur nach einigen, bald nach allen Seiten weiter und führt immer mehr Theile des Knorpels in Knochen über. Während dies geschieht, hört in den meisten Fällen der Knorpel in der einen Richtung zu wachsen auf und wird daher hier bald ganz durch Knochen vertreten, nach den andern dagegen wuchert er fort und liefert dem fortschreitenden Knochen immerzu neues knorpeliges Bildungsmaterial, das zum Theil wie an den Epiphysen der Röhrenknochen zu besonderen Knochenkernen sich entwickelt. Doch steht der Knochen auch da, wo er den Knorpel vollständig verdrängt und dessen Perichondrium zu seinem Perioste gemacht hat, in seiner Vergrösserung nicht still, vielmehr tritt nun bis zum vollendeten Wachsthume an allen diesen Stellen ein neuer eigenthümlicher Bildungsmodus ein, der nämlich, dass eine an der Innenfläche des gefässreichen Periostes und von diesem aus sich bildende, organisirte, weiche Bildungsmasse von ihrer Berührungsfläche mit dem Knochen aus ossificirt, und in dem Maasse, als dies geschieht, vom Perioste aus sich immer wieder nacherzeugt.

§. 106.

Veränderungen im ossificirenden Knorpel. Der lebhafte Vegetationsprocess in den Knorpelzellen zur Zeit der Verknöcherung eines Knorpels beruht darauf, dass dieselben, die bisher klein und mit wenig Tochterzellen erfüllt waren, zu wachsen beginnen und eine Generation von Zellen nach der andern aus sich erzeugen, und dasselbe zeigt sich auch an den Verknöcherungsrändern schon vorhandener Knochen, wo unmittelbar am Knochen grössere und je weiter weg um so kleinere Zellen sich finden. Alle in der Einleitung zur Verknöcherung begriffene Zellen besitzen eine nur wenig dicke Knorpelkapsel und einen meist deutlichen Primordialschlauch oder eine Knorpelzelle mit mehr klarem, seltener leicht granulirtem Inhalt, sammt einem deutlichen, bläschenartigen, runden Kern mit *Nucleolus* und leicht unterscheidbare Wandungen, verändern sich jedoch bei Zusatz von Wasser, Essigsäure, Alkohol, durch Eintrocknen u. s. w. sehr rasch, so dass der Inhalt und

die Membran des Primordialschlauches um den Kern sich zusammenzieht und ein rundliches, längliches, zackiges, selbst sternförmiges, granulirtes, dunkles Körperchen (Knorpelkörperchen der Autoren) bildet. Ihre Grösse und Gruppirung variirt nach Alter und Ort nicht unbedeutend. Erstere anlangend, so zeigt sich während des Embryonallebens eine successive Zunahme derselben, während nach der Geburt ihre Grösse so ziemlich die gleiche zu bleiben scheint, und in Bezug auf letztere gilt es als Gesetz, dass wo die Knorpel nur nach einer Richtung verknöchern, die Zellen am Knochenrande reihenförmig angeordnet sind. Am ausgezeichnetsten ist dies, wie längst bekannt, an den Diaphysenenden der grösseren Röhrenknochen, wo die Reihen sehr zierlich und regelmässig parallel neben einander liegen und eine beträchtliche Länge besitzen, ebenfalls deutlich an allen übrigen langen Knochen und auch an manchen andern, sobald ihr Knorpel nur nach einer Seite ossificirt, wie an den Verbindungsflächen der Wirbel. Wo dagegen die Knochenkerne inmitten eines Knorpels nach allen Seiten sich vergrössern, sind die Knorpelzellen in rundliche oder länglich runde, unregelmässig durcheinanderliegende Häufchen gruppirt, wie in den kurzen Knochen bei ihrer ersten Bildung und in den Epiphysen. Eine genaue Vergleichung der den Ossificationsrändern näheren und entfernteren Zellen und der einzelnen Gruppen derselben selbst lehrt, dass ihre eigenthümliche Lagerung mit der Art und Weise ihrer Vermehrung in directem Zusammenhang steht. Jede einzelne Gruppe (oder auch zwei derselben) nämlich entspricht gewissermaassen Einer einzigen ursprünglichen Zelle und stellt alle Abkömmlinge dar, welche im Laufe der Entwickelung aus derselben hervorgegangen sind. In den einen Fällen nun legen sich alle diese neugebildeten Zellen in eine oder zwei Reihen hintereinander und dann entstehen, wenn dieselben noch mehr wachsen, die oben erwähnten Reihen, in den anderen dagegen bilden sie eine mehr kugelförmige Masse. Die ur-

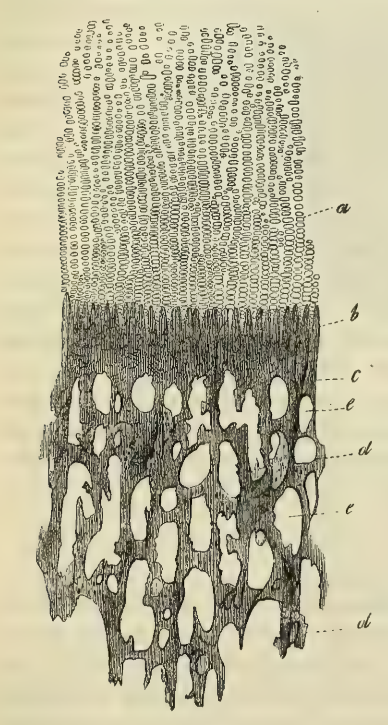


Fig. 138.

Fig. 138. Senkrechter Schnitt aus dem Verknöcherungsrande der Diaphyse des *Femur* eines 2 Wochen alten Kindes, 20mal vergr. *a*. Knorpel, dessen Zellen, je näher dem Verknöcherungsrande, in um so grösseren Längsreihen beisammenstehen. *b*. Ossificationsrand; die dunklen Streifen bedeuten die in der Intercellularsubstanz voranschreitende Ossification, die helleren Linien die später ossificirenden Knorpelzellen. *c*. Compacte Knochenlage nahe am Verknöcherungsrande. *d*. Durch Resorption gebildeter Knochensubstanz entstandene *Substantia spongiosa* mit Markräumen *e*, deren Inhalt nicht gezeichnet ist.

sprünglichen Zellen (ersten Mutterkapseln) gehen bei diesen Vorgängen, durch Verschmelzung ihrer äussern Zellmembranen mit der Knorpelgrundsubstanz, bald als besondere Gebilde unter, bald nicht, und dasselbe gilt auch von denen der späteren Generationen. Bei den rundlichen Zellenhaufen ist, da sie kleiner sind, gewöhnlich letzteres der Fall und erkennt man meist um dieselben herum noch eine Contour, die nichts anderes, als die ausgedehnte Wand der ersten Zelle ist, wogegen bei den Zellenreihen die Wände der ursprünglichen Zellen meist bis zum Unkenntlichen mit der Intercellularsubstanz verbunden sind. — Die gesammte Lage, welche die eben beschriebenen vergrösserten und in lebhafter Vermehrung begriffenen Zellen einschliesst, hat in den verschiedenen Knorpeln eine verschiedene Dicke, eine geringe um die Kerne der Epiphysen und kurzen Knochen herum, $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}'''$ an den Diaphysen. Ueberall zeichnet sie sich durch ihre gelbliche durchscheinende Farbe und ihre streifige, scheinbar faserige Grundsubstanz (*Brandt* sah diese auch homogen) von den übrigen wie gewöhnlich bläulichweissen, mit homogener oder granulirter Zwischensubstanz versehenen Knorpeltheilen aus.

Eine bemerkenswerthe Erscheinung sind die in ossificirenden Knorpeln auftretenden Gefässe, die von der Mitte des Fötallebens an sehr vielen Orten bei einzelnen Knorpeln, wie z. B. den Wirbeln auch schon früher sich finden, kürzere oder längere Zeit den später auftretenden Knochenkernen vorangehen und ihr Wachsthum begleiten und selbst bei einem 16jährigen Individuum im Gelenkknorpel der Epiphysen der langen Röhrenknochen von mir beobachtet wurden, wo sie vom Knochen aus in grosser Zahl senkrecht in den Knorpel eindrangen, sich verästelten und etwas unter der freien Fläche desselben endeten. Die Knorpelgefässe liegen ohne Ausnahme in weiten, schon beim 5monatlichen Fötus 0,02—0,04''' messenden, im Knorpel ausgegrabenen und von länglichen schmalen Knorpelzellen begrenzten Canälen, den Gefässcanälen der Knorpel oder Knorpelcanälen, welche vom Perichondrium aus, und, wenn schon ein gefässreicher Knochenkern da ist (Diaphysen), auch, obschon in früheren Zeiten wenigstens in geringerer Zahl, von dem Verknöcherungsrande desselben aus in den Knorpel eindringen, in verschiedenen geraden Richtungen unter Abgabe einiger Aeste denselben durchziehen und allem Anscheine nach ohne Anastomosenbildung oder sonstigen Zusammenhang

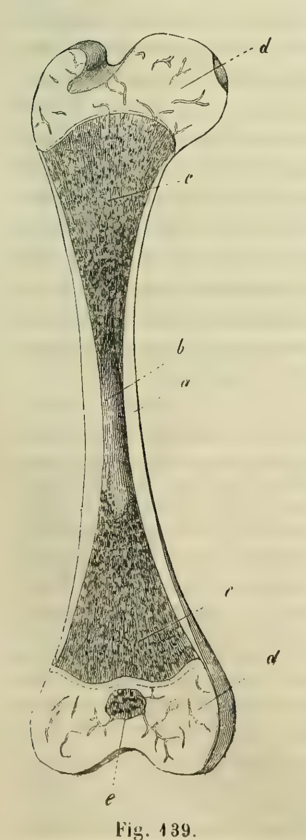


Fig. 139.

Fig. 139. Oberschenkel eines zwei Wochen alten Kindes, natürliche Grösse. *a. Substantia compacta* der Diaphyse; *b.* Markhöhle; *c. Substantia spongiosa* der Diaphyse; *d.* knorpelige Epiphysen mit Gefässcanälen; *e.* Knochenkern in der untern Epiphyse.

blind und meist kolbig angeschwollen enden. Diese Canäle entstehen durch eine Erweichung der Elemente des Knorpels unter gleichzeitiger reichlicher Vermehrung der Knorpelzellen, ähnlich wie die Markräume der Knochen selbst, enthalten ursprünglich eine aus kleinen rundlichen Zellen zusammengesetzte Bildungsmasse (Knorpelmark), entsprechend dem fötalen Knochenmark, und entwickeln in kurzer Zeit aus dieser wirkliche blutführende Gefässe, und eine aus mehr oder weniger entwickelten Bindegewebe und später auch aus elastischen Fäserchen gebildete Wand. Die Gefässe selbst anlangend, so finde ich bald nur ein grösseres Gefäss (oft ganz deutliche Arterien mit muskulösen Wänden), bald zwei solche, bald Capillaren in verschiedener Zahl in einem Canal, bin jedoch nicht im Stande zu sagen, wie der Kreislauf in diesen Gefässen sich macht. Es müssen entweder Anastomosen der Gefässe verschiedener Canäle sich finden, oder, wenn die letzteren wirklich geschlossen sind, in einem und demselben Canal doch wohl Arterien und Venen vorhanden sein. — Die Bedeutung dieser Knorpelgefässe ist eine doppelte, vor Allem die: den Knorpeln die zu ihrem Wachsthume und ihrer Weiterentwickelung nöthigen Substanzen zuzuführen, und zweitens auch die Ossification zu fördern. Das Erste ist sehr augenfällig bei den dicken Epiphysenknorpeln, die so lange fortwachsen, bevor sie ossificiren und auch später in der Vergrösserung nicht stille stehen und das Letztere vielleicht vorzüglich bei den kurzen Knochen verwirklicht, die erst unmittelbar vor der Verknöcherung Gefässe erhalten. Hiermit soll nicht gesagt sein, dass ein Knorpel ohne Gefässe nicht wachsen oder nicht ossificiren kann; allein wenn Solches in der That bei Thieren, und vielleicht auch beim Menschen normal an einigen Orten (beim Auftreten der ersten Ossificationspunkte in Diaphysen, derjenigen in den Gehörknöchelchen z. B.), geschieht, so beweist dies noch nicht, dass die Gefässe, wo sie sich finden, für die bezeichneten Vorgänge ohne Bedeutung sind und es ist daher, womit auch *H. Müller* einverstanden ist, nicht zu billigen, wenn man, wie *H. Meyer* neulich, dieselben für etwas Zufälliges, mit der Entwickelung der Knochen nicht in nothwendigem Zusammenhange Stehendes hält.

Obgleich *Schwann* die Bedeutung der endogenen Zellenbildung für das Wachsthum der Knorpel entgangen war, so konnte dieselbe doch den spätern Forschern nicht verborgen bleiben, obschon immer noch Viele nicht zur Annahme derselben sich entschliessen konnten (Vergl. *Reichert*, Bindegew. p. 124), und habe ich namentlich schon im Jahre 1846 *(Annal. d. sc. nat. p. 22)* das Wachsthum des embryonalen Knorpels allein von der endogenen Zellenvermehrung abhängig gemacht. Für die Knorpel des Ossificationsrandes *in specie* haben wohl zuerst *Todd* und *Bowman* (Phys. Anat. I. p. 121) und ich (Zürch. Mitth. 1847. p. 170) die endogene Zellenvermehrung bestimmt hervorgehoben, und später zeigten dann auch *Virchow* (Archiv 1849, III. p. 221) und *H. Meyer* (*Müll.* Archiv 1849) noch besonders, dass die Reihen und Gruppen von Knorpelzellen an den genannten Rändern von je Einer Mutterzelle abstammen, womit ich im Wesentlichen übereinstimme, nur dass ich nicht jede Reihe von nur Einer Zelle ableite. Bringt man die Reihen der Knorpelzellen mit der besonderen Richtung der endogenen Zellenproduction in Zusammenhang, so ist es dann wohl ziemlich überflüssig hier noch von einem „Sich richten" der Knorpelzellen *(Virchow)* oder einer „Verschiebung" derselben *(H. Müller)* zu reden. — Die Bildung der Knorpelcanäle und des Knorpelmarks betreffend, so glaubt *Virchow* (Arch. V. p. 428) in rachitischen Knochen ge-

sehen zu haben, dass während die Knorpelsubstanz und die Knorpelkapseln streifig und trüb wurden, die Knorpelzellen oder Primordialschläuche grösser und stärker granulirt wurden und eine Vermehrung ihrer Kerne darboten. Diese so veränderte Knorpelsubstanz ging dann allmählich in eine unzweifelhafte Marksubstanz über, die hie und da noch einzelne deutliche Knorpelreste umschloss, während sie zum grösseren Theile aus kleineren und grösseren ein- und mehrkernigen granulirten Zellen und der vorhin erwähnten Grundsubstanz bestand. — Ich kann jetzt, wie *H. Müller*, diese Erfahrungen für normale Knochen vollkommen bestätigen und scheint es auch mir keinem Zweifel zu unterliegen, dass die ursprünglichen kleineren Zellen des Knorpelmarks Alle Abkömmlinge von Knorpelzellen sind, welche durch fortgesetzte Theilungen reichlich sich vermehrten, während zugleich ihre Kapseln und die zwischen denselben befindliche Grundsubstanz sich auflösten. Aus den Zellen des Marks gehen dann durch rasch eintretende Metamorphosen die Gefässe der Knorpelcanäle und ihre bindegewebige Umhüllung hervor. — Diesem zufolge beruht die Entstehung der Knorpelcanäle vorzüglich auf einem vom Perichondrium oder von den Diaphysenknochen ausgehenden Einschmelzen des Knorpels in bestimmter Richtung, doch scheinen nach *H. Müller* die einmal gebildeten Canäle auch durch Wucherung ihres Inhaltes und Verdrängung der benachbarten Knorpelsubstanz sich auszuweiten.

§. 107.

Umbildung des Knorpels in Knochen. Die erste Umwandlung die an den Ossificationspunkten des Knorpels auftritt, ist seine Verkalkung durch körnige Niederschläge von Kalksalzen, sogenannte Kalkkrümel, welche in die Grundsubstanz und die Knorpelkapseln sich ablagern, während die Zellen anfänglich noch unverändert bleiben. In den kurzen Knochen und den Epiphysen bildet sich so ein centraler Kalkpunkt, während in den Diaphysen der langen Knochen in gewissen Fällen zuerst die Oberfläche des Knorpels ringsherum und erst etwas nachher auch das Innere verkalkt. Sind so die ersten Ossificationspunkte angelegt, so dehnt sich dann die Verkalkung des Knorpels, bald, wie an den erst genannten Orten, nach allen Seiten, oder, wie an den Diaphysen, nur nach zwei Seiten weiter aus und gesellen sich bald eine Reihe weiterer Veränderungen dazu, welche nun der Reihe nach im Speciellen zu besprechen sind.

Die Ablagerung von Kalzsalzen in die Knorpelgrundsubstanz macht sich normal immer in Form von den sog. Kalkkrümeln. Diese sind rundlich eckig von Gestalt, weiss bei auffallendem, dunkel bei durchfallendem Licht, unter CO_2-Entwickelung leicht löslich in Säuren und in verschiedenen Knochen verschieden gross, vom unmessbar Feinen bis zu 0,001, selbst 0,002‴; doch scheint ihre Grösse nicht gerade nach Zeit und Ort sich zu richten, obschon sie allerdings häufig gleichmässig hier feiner, dort gröber auftreten, eher noch nach etwa vorkommenden Wechseln in der Zufuhr plastischer Stoffe zum Verknöcherungspunkte. Verfolgt man auf mikroskopischen Schnitten die Krümel von der Oberfläche derselben und in das Innere hinein, so zeigt sich, dass die Knorpelgrundsubstanz noch auf eine gewisse Strecke, obschon mit abnehmender Deutlichkeit, das körnige und dunkle Ansehen des Randes selbst darbietet, dann aber allmählich immer heller und durchsichtiger wird und endlich ein so ziemlich gleichförmiges Ansehen annimmt. Allem Anscheine nach verschmelzen die ursprünglichen Krümel nach und nach mit einander, imprägniren so, statt wie früher nur einzelne Theilchen, das ganze Gewebe

der Grundsubstanz des Knorpels und verschwinden sofort als isolirt zu unterscheidende Theile.

Die Bildung der Knochenhöhlen aus den Knorpelzellen anlangend, so glaubte ich durch Auffindung eines ausgezeichneten Objectes für die Beobachtung derselben, nämlich der rachitischen Knochen, die Sache in den wesentlichsten Punkten ins Reine gebracht zu haben, nun ergeben aber die neuesten Untersuchungen von *H. Müller*, dass bei der gewöhnlichen Ossification aus Knorpel die Knorpelzellen nirgends direct in sternförmige Höhlen übergehen, wie dies schon *Bruch*, freilich auf eine ziemliche unsichere Basis fussend, behauptet hatte, sondern erst mit ihren Abkömmlingen späterer Generationen zu solchen sich gestalten 'und verliert hierdurch meine Beobachtung bei Rachitis an Werth. Nichts desto weniger bleibt dieselbe lehrreich genug und bringe ich daher zuerst das auf sie Bezügliche bei. Die Knochenzellen nämlich bilden sich hier, wie es schon *Schwann* als möglich und *Henle* als Vermuthung aufstellten, nach Analogie der verholzten Pflanzenzellen mit Poren- oder Tüpfelcanälen, aus den Knorpelkapseln durch Verdickung und Verknöcherung ihrer Wand unter gleichzeitiger Bildung von canalartigen Lücken in derselben, während zugleich die von ihnen eingeschlossenen Primordialschläuche oder die Knorpelzellen zu den sternförmigen *Virchow*'schen Knochenzellen auswachsen. Bei rachitischen verknöchernden Diaphysen (S. m. Mikr. Anat. II. 1. Fig. 112) lässt sich das Morphologische dieses Vorganges aufs schönste beobachten. Verfolgt man die reihenweise gestellten, hier grösseren Knorpelkapseln des Ossificationsrandes von aussen nach innen, so findet man bald, dass dieselben da, wo die Ablagerung der Kalksalze, die meist ohne Kalkkrümelbildung zu Stande kommt, beginnt, statt ihrer nur durch eine einzige, mässig starke Linie bezeichneten Hülle eine dickere Membran zeigen, die auf der innern Seite zarte Einkerbungen besitzt. Hat dieselbe nur 0,001''' Dicke erreicht, so erkennt man schon, dass die Höhlen der Knorpelkapseln in die Knochenhöhlen sich umzuwandeln im Begriffe sind, und noch deutlicher wird dieses, wenn man weiter nach dem Knochen zu die Dicke der besagten Membranen unter gleichzeitiger Verkleinerung des Lumens derselben immer mehr zunehmen, die Kerben ihrer innern Begrenzungslinie schärfer hervortreten und zugleich mit den Vorschreiten dieser Veränderungen auch die Wandungen durch Aufnahme von Kalk immer dunkler sich färben sieht. Die späte Verknöcherung der Grundsubstanz zwischen den Kapseln erleichtert die Beobachtung aller dieser Veränderungen sehr und erlaubt nicht bloss die ersten Umwandlungen der Knorpelkapseln ganz genau zu erforschen, sondern auch die Zustände derselben in späteren Zeiten, wo sie schon Knochenkapseln und Knochenhöhlen genannt werden müssen, Schritt für Schritt zu verfolgen. Diesem Umstande allein ist es zuzuschreiben, dass sich hier auch noch die nicht uninteressante Thatsache feststellen lässt, dass Knorpelkapseln, die Tochterzellen in sich schliessen, in ihrer Gesammtheit in eine einzige zusammengesetzte Knochenkapsel übergehen. Sehr häufig finden sich solche mit zwei Höhlen, die je nach dem Grade der Entwickelung bald weit und mit kurzen Ausläufern versehen sind, bald durch enge Höhlungen und lange Canälchen ganz an ausgebildete Knochenhöhlen erinnern; seltener sind

zusammengesetzte Kapseln mit 3, 4 und 5 Höhlen, doch kommen auch solche hie und da fast in jedem Präparate vor. In allen diesen Knorpelkapseln und in den aus ihnen hervorgehenden Knochenkapseln nun ist nicht nur wie ich früher glaubte, der Rest des ursprünglichen Zelleninhaltes sammt dem Zellenkern, sondern auch noch die ursprüngliche Knorpelzelle oder der Primordialschlauch enthalten, nur dass dieselbe kleiner ist. Da dieselbe an ganz frischen Objecten die Höhlung der Knorpelkapsel genau ausfüllt, so wird sie wohl schon von Anfang an durch zarte Fortsätze in die Porencanälchen der verdickten Kapsel hineinragen, doch ist es mir noch nicht gelungen, dieselbe in den früheren Stadien als sternförmiges Gebilde zur Anschauung zu bringen, während dies in den spätern durch Maceration in Salzsäure äusserst leicht gelingt.

Bei normalen Knochen nun geht nach den Untersuchungen von *H. Müller* die Verknöcherung in anderer Weise vor sich und lassen sich hier folgende Haupterscheinungen unterscheiden. In erster Linie verkalkt, wie schon angegeben, die Grundsubstanz des Knorpels und auch die Knorpelkapseln; dann bilden sich aus den Knorpelzellen (den Primordialschläuchen derselben) durch fortgesetzte Theilungen eine Generation von jungen Zellen nach der andern, während zugleich die verkalkten Kapseln durch Schmelzung ihrer Zwischenwände in einander sich öffnen und die Zwischensubstanz des Knorpels auch mit zerfällt, wodurch grössere buchtige Höhlungen, die jungen Markräume sich bilden. Endlich entsteht aus diesen jungen Zellen oder dem Bildungsmark der Knochen theils die bleibende Knochensubstanz, die um die Reste der ossificirten Grundsubstanz des Knorpels sich herumlegt, theils das bleibende Mark mit seinen Gefässen und anderen Theilen.

Verfolgen wir nun diese Vorgänge im Einzelnen genauer, so ist von der Ossification der Grundsubstanz des Knorpels das nöthigste schon angegeben. Die Entstehung des ursprünglichen Knochenmarks und der primitiven Markräume anlangend, so entstehen die letztern sowohl durch Verschmelzung der verkalkten Knorpelkapseln als auch durch Auflösung der Zwischensubstanz zwischen den Gruppen derselben. Die Verschmelzung der Kapseln zu grösseren Räumen ist an den Diaphysenenden wachsender Knochen äusserst leicht zu beobachten und entstehen durch dieselbe die in vielen Abbildungen wiedergegebenen längeren schmalen Höhlungen mit buchtigen Wänden (Fig. 140), welche den schon früher geschilderten Reihen von Knorpelkapseln entsprechen. Aber auch bei Epiphysenkernen und kurzen Knochen überzeugt man sich von diesem Einschmelzungsprocesse leicht, nur dass hier wegen der anders gestalteten Gruppen von Knorpelkapseln von vorne herein mehr rundliche Cavitäten auftreten. In der Mehrzahl der Fälle nun ist dieses Einschmelzen der zusammengehörigen Knorpelkapseln der erste Act bei der Bildung der Markräume, bald jedoch und oft auch gleichzeitig damit beginnen auch benachbarte solche Höhlungen sich zu vereinen und so entsteht dann schliesslich das bekanntlich eigenthümlich durchbrochene spongiöse Gewebe, mit bald mehr länglichen, bald mehr rundlichen Maschen, das überall in einer gewissen Entfernung vom Verkalkungsrande des Knorpels zu sehen ist.

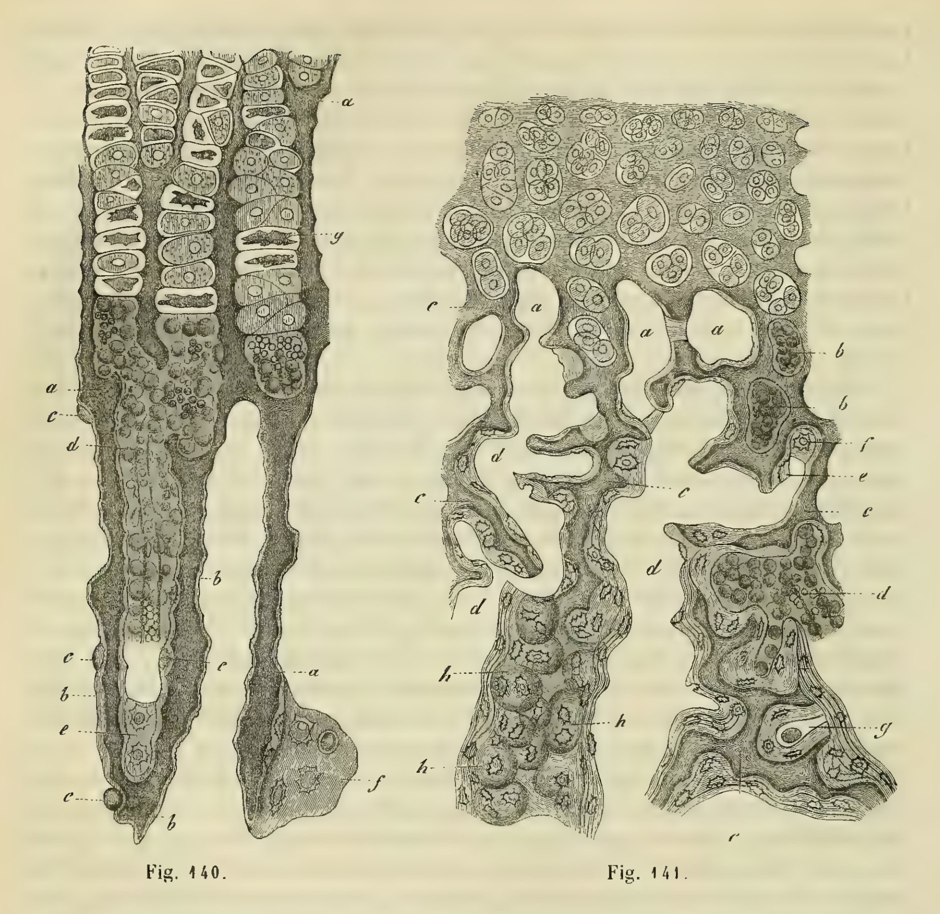


Fig. 140. Fig. 141.

Noch kann bemerkt werden, dass in vielen Knochen gewisse **Markräume unmittelbar aus Knorpelcanälen sich hervorbilden**, da ein Theil der letzteren am Ossificationsrande direct mit den Räumen im Knochen in Verbindung steht.

Fig. 140. Längsschnitt durch den Ossificationsrand der Diaphyse des Metatarsus eines 2′ langen Rindsembryo. *a.* Knorpelgrundsubstanz, *b.* ächte Knochensubstanz, *c.* Markzellen im Uebergang in Knochenzellen, *d* gefässhaltiges Mark, *e.* zwei Knochenzellen von der Fläche in einer ganz dünnen Lage ächten Knochens, *f.* ein dito grösseres Stückchen, *g.* geschrumpfte primordiale Knorpelzellen. Nach *H. Müller.*

Fig. 141. Längsschnitt durch den Ossificationsrand einer Phalanxepiphyse vom Kalb. *a.* Kleine Markräume, *b.* ebensolche mit Markzellen, deren Communicationsstellen mit den andern nicht sichtbar sind, *c.* verkalkte Grundsubstanz des Knorpels, *d.* grössere Markräume, eines mit den Markzellen und dem Blutgefäss, die andere absichtlich leer gezeichnet, *e.* Markzelle in der Umwandlung in eine Knochenzelle, *f.* geöffnete Knorpelkapsel mit einer scheinbar sie ganz erfüllenden Knochenzelle die nur an ihrer einen Wand liegt, *g.* theilweise ausgefüllte Knorpelkapseln, *h* mit Knochenzellen ausgefüllte Aeste von Knorpelkapseln von anderer Knochensubstanz überlagert. Chromsäurepreparat nach *Müller.* 350mal vergr.

Die Markräume enthalten bei ihrer Entstehung eine weiche röthliche Substanz, das fötale Mark oder Bildungsmark. Dasselbe besteht anfänglich aus nichts als aus etwas Flüssigkeit und vielen rundlichen Zellen, mit einem oder zwei Kernen und leicht granulirtem Inhalt, von denen *Bidder*, *Rathke*, *Reichert* und später auch *Virchow* gezeigt haben, dass sie von den Knorpelzellen abstammen. In der That lässt sich, wie ich mit *H. Müller* bestätigen kann, in den Knorpelkapseln der Ossificationsränder bei sorgfältiger Untersuchung, besonders auch an rachitischen Knochen, leicht eine Brut von jungen Zellen nachweisen, die offenbar wie die Zellen des Knorpelmarks einer energischen Vermehrung der Primordialschläuche der Knorpelkapseln oder der eigentlichen Knorpelzellen ihren Ursprung verdanken und später, wenn die Knorpelkapseln in einander sich öffnen, unmittelbar zu den Markzellen werden. Mit der Zeit entwickeln sich diese Zellen, die mit den auch bei Erwachsenen in gewissen Knochen vorkommenden (siehe oben) ganz identisch sind, zu Bindegewebe, Blutgefässen, Fettzellen und Nerven, ausserdem aber auch und vor allem zu wahrer Knochensubstanz, welche an die Wände der Markräume oder mit andern Worten an das aus der Verkalkung des Knorpels hervorgegangene Balkenwerk sich anlegt. Die Bildung derselben geht nach *H. Müller's* Darstellungen, denen ich mich vollständig anschliesse, gerade so vor sich, wie in den Markräumen der aus Bindegewebe entstehenden Knochentheile (siehe unten) und ist hier nur noch das hervorzuheben, dass allem Anscheine nach unter normalen Verhältnissen keine Knorpelkapsel zu einer wirklichen Knochenkapsel mit einer eingeschlossenen sternförmigen Zelle sich entwickelt. Die weiteren Schicksale dieser als eine secundäre Auflagerung auf die Reste des verkalkten Knorpels, wie es die Fig. 141 zeigt, entstandenen ächten Knochensubstanz anlangend, so sind dieselben verschieden. An den Diaphysenenden langer Knochen hat dieselbe, so lange der Knochen wächst, nur vorübergehenden Bestand und wird, sammt den Resten des verkalkten Knorpels successive zur Bildung der grossen Markhöhle verzehrt. Anders bei den kurzen Knochen und den Epiphysenkernen, bei denen immer ein bedeutender Theil der ursprünglichen Ablagerungen sich erhält, auch wenn später, wie z. B. im Innern der Wirbel grössere Markräume auftreten. Die verkalkte Knorpelgrundsubstanz wird in diesem Falle entweder nach und nach ganz resorbirt oder es erhalten sich auch wohl einzelne Reste derselben, wie man dies z. B. hübsch an den Gehörknöchelchen zu beobachten Gelegenheit hat (S. Fig. 5 bei *Müller*).

Die Zellen des Bildungsmarkes, welche nicht zur Entwickelung der ächten Knochensubstanz dienen, werden für den Aufbau der Bestandtheile des reifen Markes verwendet und zwar schreitet die Blutgefässbildung sehr rasch voran, so dass die Knochen kurze Zeit nach der Entwickelung der Markräume auch schon Blutgefässe in denselben haben, langsamer die des Fettes und der Nerven, doch sind zur Zeit der Geburt die letzteren, natürlich mit feineren Fasern als später, in den grossen Röhrenknochen sehr leicht, ja leichter als beim Erwachsenen zu sehen, weil um diese Zeit das Mark sich noch leichter von ihnen und den grossen Gefässen abspülen lässt. Die Fettzellen kommen um diese Zeit nur spärlich vor, vielmehr ist das Mark wenig-

stens beim Menschen, noch ganz roth vom Blut und den leicht röthlich gefärbten Markzellen. Nach der Geburt mehren sich dieselben nach und nach, bis endlich das Mark in Folge ihrer ungemeinen Zunahme und des Schwindens der Markzellen, die schliesslich Alle in die Elemente des bleibenden Markes aufgehen, seine spätere Farbe und Consistenz annimmt.

Es ist hier der Ort noch etwas über die Bildung der Gelenke und Synchondrosen beizufügen. Erstere entwickeln sich durchaus nicht an allen Orten gleich und sind von vornherein die Gelenke zwischen Deckknochen allein (Unterkiefergelenke) oder solchen und primordialen Knochen (Schlüsselbeingelenke) von denen des primordialen Skelettes zu trennen. Bei den letztern findet sich an gewissen Orten, wie dies die Embryologen seit *Rathke* von den Rippen und dem Brustbein wissen, und wie dies auch *Vogt* für die Phalangen von Triton abbildet (Alytes Taf. III. Fig. 1), an der Stelle des spätern Gelenkes eine zusammenhängende Knorpelmasse, in welcher dann durch einen Erweichungsprocess eine Höhle sich bildet, während die peripherischen Theile zu den Synovialkapseln sich gestalten, eine Auffassung, zu der auch *Luschka* (l. i. c.) in Folge des Studiums der unvollkommenen Gelenkbildungen in der nachembryonalen Periode gekommen ist. Andere Male liegt, wie *Bruch* (Beiträge p. 42) mit Recht angegeben hat, zwischen den Knorpelenden einfach weiche Bildungssubstanz, wie zwischen den *Ossa tarsi et carpi*, und nach dem, was ich sah, auch zwischen den grossen Extremitätenknochen, durch deren Resorbtion dann die Gelenkhöhle ebenso entsteht, wie im vorigen Fall. Beim Unterkiefer und Schlüsselbein ist von einer ursprünglichen Vereinigung der articulirenden Theile keine Rede und findet sich daher hier eine Gelenkbildung, ungefähr wie die, welche in gewissen Fällen pathologisch zu beobachten ist. — Von Synchondrosen ist die Entwickelung derer des Beckens, die eine Art Gelenke darstellen, nach dem Gesagten klar. Von der der Wirbel ist folgendes zu bemerken. Um die Chorda gestaltet sich bei sehr jungen Embryonen eine Bildungsmasse (äussere Scheide, *Rathke*), deren Zellen bald mit Ausnahme einer oberflächlichen in Bindegewebe übergehenden Schicht zu Knorpelzellen werden. Diese unterscheiden sich bald durch ihre Gruppirung, so dass Wirbelkörperanlagen und Verbindungsmassen derselben zu unterscheiden sind, und wird dieser Unterschied dadurch bald grösser, dass in letzteren die Grundsubstanz streifig wird und die Chorda zu rundlichen Anschwellungen heranwächst. Aus diesen entsteht, wie schon angegeben, der spätere Gallertkern wenigstens grösstentheils, während die knorpeligen Theile der *Ligamente* zu der Hauptfasermasse derselben sich umwandeln, dadurch dass die Grundsubstanz mehr oder weniger entschieden sich zerfasert, während die Zellen z. Th. zu sternförmigen Saftzellen auswachsen. Mithin hat die Hauptmasse der *Ligamente* die Bedeutung von ächtem Knorpel und sind nur die oberflächlichsten Lagen, das ursprüngliche Perichondrium, wirklich Bindegewebe.

Dem in diesem §. Bemerkten zufolge ergibt sich das überraschende Resultat, dass keine einzige Knorpelkapsel des Ossificationsrandes direct zu einer sternförmigen ächten Knochenzelle wird; dass diese vielmehr erst aus den Abkömmlingen der primordialen

Knorpelzellen und zwar in derselben Weise wie bei der Bildung der Lamellen der Haversischen Canäle sich entwickeln. — *Sharpey* ist der erste der von diesen Verhältnissen gewusst hat, denn er behauptete schon seit langem, dass der Knorpel nur eine provisorische Bedeutung für die Knochenbildung habe *(Quain's Anatomy)*. Dieser Auffassung schloss sich später auch *Bruch* an, indem er den Satz aufstellte, dass aus dem Knorpel nie Knochenhöhlen mit Ausläufern, sondern nur einfache Lücken, die zuweilen noch eine geschrumpfte Knochenzelle enthalten, sogenannte primordiale Knochenkörper entstehen, doch enthält die Abhandlung dieses Autors keine überzeugenden Beweise für diese seine Behauptung und findet sich namentlich in derselben nichts, was geeignet wäre, die Bedenken zu entkraften, welche ich gegen diese Aufstellung erhob (Handb. 2. Aufl. p. 262). Obschon ich zugab, dass, wie ich es übrigens schon vor *Bruch* beschrieben hatte, in junger Knochensubstanz viele Knorpelzellen resorbirt werden, ohne je ächte Knochenzellen geworden zu sein (1. Aufl. p. 245), und auch schon früher (1. Aufl p. 251) angegeben hatte, dass auch in der aus Knorpel entstehenden schwammigen Substanz später secundäre Ablagerungen vorzukommen scheinen, so konnte ich doch nicht umhin, darauf aufmerksam zu machen, dass auch die aus Knorpeln hervorgegangene schwammige Substanz der Apophysen und der inneren Theile der Wirbel und kurzen Knochen überhaupt ächte strahlige Knorpelhöhlen enthält, und schien es mir desswegen unzweifelhaft, dass auch Knorpelzellen direct zu solchen sich gestalten können, um so mehr, da auch meine Beobachtungen an rachitischen Knochen, die *Rokitansky* und *Virchow* bestätigt hatten, das Vorkommen einer solchen Entwickelung bewiesen. Nun hat aber *H. Müller* durch neue und mit grosser Sorgfalt gemachte Untersuchungen an mit Chromsäure behandelten Objecten diese Einwürfe beseitigt, indem er zeigt, dass, wovon *Bruch* keine Ahnung hatte, die ächten Knochenzellen nicht direct aus den Knorpelkapseln, sondern aus der von ihnen erzeugten jungen Brut oder den Markzellen sich entwickeln, ein Nachweis, der von der grössten allgemeinen Bedeutung ist, in dem durch denselben die immer störende Annahme, dass die Knochenzellen des Erwachsenen in zwei verschiedenen Weisen, einmal aus Knorpelkapseln und dann aus Bindegewebskörperchen sich entwickeln, in überraschender Weise beseitigt und von denselben eine überall im Wesentlichen gleiche Bildung nachgewiesen wird. Ich selbst habe zuerst durch *Müller's* Präparate, dann aber auch durch eigene, der Wichtigkeit der Sache entsprechend sorgfältig angestellte Untersuchungen, mir die Ueberzeugung verschafft, dass *Müller's* Darstellung in allen Hauptpunkten vollkommen richtig ist und wird dieses mein Zeugniss um so eher Zutrauen verdienen, als ich meiner früheren Stellung zu dieser Frage wegen, von vorne herein nichts weniger als das Bestreben hatte, einfach seine Angaben zu bestätigen.

Es bleiben übrigens immer noch mehrere Punkte weiter zu untersuchen. Vor allem die Entwickelung der ächten Knochensubstanz, die mir noch nicht so demonstrirt zu sein scheint, als es wünschbar ist, wovon weiter unten mehr. Dann die Bedeutung der Zellen, die zu ächten Knochenzellen werden. Wenn ich auch *Müller* zugebe, dass diese Zellen oft in keiner oder in nur sehr entfernter Beziehung zu dem verkalkten Knorpel stehen, in dessen Markräumen sie zu Knochenzellen sich gestalten, wie namentlich in gewissen Gegenden der Knorpel, die schon vor der Verkalkung Mark und Gefässcanäle enthalten, so ist doch nicht zu verkennen, dass in ebenso vielen Fällen die osteogenen Zellen die directesten Abkömmlinge der Primordialschläuche der verkalkten Knorpelkapseln sind, an deren Innenwände sie als Knochenzellen sich ansetzen. Dies ist meiner Meinung zufolge für die meisten Fälle nicht zu bezweifeln, in denen die Knorpelkapseln nur durch enge Communicationsöffnungen mit grösseren Markräumen zusammenhängen, wie auch in Fig. 140 einige vorkommen, und möchte auch noch in manchen andern sich finden. Es geht hieraus hervor, dass der Unterschied zwischen der ältern und neuern Anschauung nicht so gross ist, als er vielleicht auf den ersten Blick erschien, indem es doch häufig die nächsten Abkömmlinge (der 2. 3 4. Generation) der verkalkenden Knorpelzellen sind, die die Rolle osteogener Zellen übernehmen; man vergesse jedoch nicht, dass der Hauptaccent darauf zu legen ist, dass, während die frühere Anschauung geschlossene Knorpelkapseln mit eingeschlossenen Primordialschläuchen nach Art verholzender Pflanzenzellen zu Knochenkapseln werden liess, nach *Müller* die Pri-

mordialschläuche (primordialen Knorpelzellen) allein es sind, die sternförmig auswachsend zu Knochenzellen sich gestalten. Bei dieser Auffassung tritt auch die die Zellen umschliessende Knochengrundsubstanz in keine nähere Beziehung zu den einzelnen Zellen, während sie früher einem guten Theile nach als Verdickungsschicht der Knorpelkapseln und als verknöcherte Wand derselben erschien.

Müller hat übrigens die Frage noch offen gelassen, ob der Bildungsmodus, den ich an rachitischen Knochen aufgefunden habe und den auch er bestätigt, normal irgendwo vorkomme oder nicht und sich nur dahin ausgesprochen, dass die Knorpelkapseln in einer solchen überwiegenden Zahl von Fällen als solche zu Grunde gehen, dass man nicht daran denken könne, dieselben bei der normalen Ossification eine erhebliche Rolle spielen zu lassen, worin ich ihm ganz beistimme. — Auch insofern sind noch weitere Untersuchungen anzustellen, als noch nicht genau genug festgestellt ist, in wie weit die ossificirte Grundsubstanz des Knorpels und die ossificirten Knorpelkapseln als solche in der ächten Knochensubstanz sich erhalten. Meiner Meinung nach ist in ausgebildeter schwammiger Substanz von den verkalkten Knorpeltheilen in der Regel nichts mehr enthalten, wenigstens zeigt solche gewöhnlich ganz regelmässige Knochensubstanz mit dichtstehenden sternförmigen Höhlen, dagegen ist es wohl unzweifelhaft, dass an den Rändern der Knochen gegen den Knorpel die Verhältnisse andere sind. Namentlich ist die Knochenlage dicht unter den Gelenkknorpeln als wirkliche ossificirte Knorpelsubstanz zu betrachten und enthält dieselbe auch in der That keine ächten Knochenhöhlen. Dasselbe gilt wohl auch von den Stellen der Symphysen und Synchondrosen, die an den Knochen grenzen, in denen ebenfalls eher nur verkalkte Knorpelkapseln, als ächte Knochenhöhlen sich finden, sowie von einzelnen Stellen mitten in Knochen, auf welche schon *Tomes* und *de Morgan* und auch *Müller* die Aufmerksamkeit gerichtet haben. Auf jeden Fall wird nun die Bezeichnung primordiale und secundäre Knochenzellen als ganz gerechtfertigt erscheinen und kann man mit *H. Müller* auch noch auf die bekannte Thatsache aufmerksam machen, dass, wo im Thierreich Knorpel direct ossificirt, wie bei Plagiostomen, derselbe nie zackige Höhlen enthält, wogegen auf der anderen Seite allerdings auch zuzugeben ist, dass die Ossificationen aus Bindegewebe nicht nothwendig sternförmige Höhlen führen wie die Schuppen und Knochenstrahlen mancher Fische vor Allem lehren, und dass möglicherweise bei Thieren auch verkalkter Knorpel mit sternförmigen Höhlen gefunden werden wird.

§. 108.

Elementarvorgänge bei den Ablagerungen aus dem Perioste. Das Periost der knorpelig präformirten Knochen ist relativ sehr dick und gefässreich und besteht schon vom fünften Fötalmonate an aus gewöhnlichem Bindegewebe und feinen elastischen Fasern, von denen die letzteren mit der Zeit immer stärker werden und hie und da die Natur elastischer Fasern annehmen. An der innern Seite dieser ganz ausgebildeten Beinhaut nun sitzt ossificirendes Blastem fest am Knochen adhärirend (Fig. 142 *B*), so dass es beim Abziehen derselben meist an ihm liegen bleibt, als eine mässig dicke, weiche, weiss-

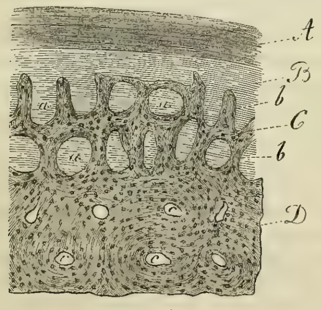


Fig. 142.

Fig. 142. Querschnitt aus der Oberfläche der Diaphyse des Metatarsus des Kalbes, 45mal vergr. *A*. Periost. *B*. Ossificirendes Blastem. *C*. Junge Knochenlage mit weiten Räumen *a*, in denen Reste des ossificirenden Blastemes sitzen, und netzförmig verbundenen Balken *b*, die ziemlich scharf gegen das Blastem sich abgrenzen. *D*. Entwickeltere Knochenlage mit Haversischen Canälen *c*, die von ihren Lamellen umgeben sind.

gelbliche Lamelle, in der die mikroskopische Untersuchung ein Fasergewebe mit nicht gerade besonders deutlicher Fibrillenbildung etwa wie unreifes Bindegewebe und granulirte, länglichrunde oder runde kernhaltige Zellen von 0,006—0,01‴ Grösse nachweist. Hebt man diese Lamelle von dem Knochen ab, so findet man, dass sie sehr innig mit den oberflächlichsten Schichten desselben zusammenhängt und trifft an ihrer inneren Seite gewöhnlich einzelne losgelöste Knochenfragmente und zerstreut stehende Häufchen von röthlichem, weichem Mark aus den oberflächlichsten Knochenräumen. Der entblöste Knochen hat, wenn die Ablösung vorsichtig und mit Glück erfolgte, eine rauhe, wie poröse Oberfläche, mit vielen markhaltigen Räumen und ist in seinen äussersten Theilen auf grössere oder kleinere Strecken noch ganz weich, blassgelb und durchscheinend, weiter nach innen dagegen immer fester und weisslicher, bis er endlich das gewöhnliche Ansehen fertiger Knochensubstanz annimmt. Frägt man, wie die hier unzweifelhaft stattfindende Knochenbildung zu Stande kommt, so wird man auf das angegebene Blastem verwiesen, dessen in bindegewebeartige Fasern eingestreute Zellen mit Knorpelkapseln nicht die mindeste Aehnlichkeit haben, sondern ganz wie fötale Markzellen oder Bildungszellen von Embryonen oder auch wie die Primordialschläuche der Knorpelkapseln aussehen. In der That ist es nun nicht so schwer nachzuweisen, dass die äussersten, noch weichen Knochenlamellen mit ihren einzelnen Balken und Vorsprüngen in besagtes Blastem übergehen und dass 1) die Grundsubstanz des Knochens aus dem Fasergewebe desselben durch einfache gleichmässige Ablagerung von Kalksalzen, jedoch, wie es scheint, in der Regel ohne vorheriges Auftreten von Kalkkrümeln entsteht, und 2) die Knochenzellen aus den Bildungszellen des Blastemes sich hervorbilden; doch lässt sich in Betreff der letzteren die Umwandlung nicht so leicht Schritt für Schritt verfolgen. Nach *Virchow's* Entdeckung, welche ich vollkommen bestätigen kann, werden diese Zellen nach und nach sternförmig und wandeln sich so, wenn die Grundsubstanz ossificirt, direct in die sternförmigen Knochenzellen um. In Betreff der Entwickelung des ossificirenden Blastemes selbst, so muss ich neuen Erfahrungen zufolge dasselbe als eine von Anfang an organisirte Masse betrachten, welche auf die ersten embryonalen Zellen zurückzuführen ist. Dasselbe wächst analog einem Epithel an seiner äussern Seite auf Kosten der besagten runden Zellen, die beständig sich vermehren, wofür natürlich das Periost das Material liefert und erleidet nach innen zu beständig Umwandlungen, welche dasselbe schliesslich in Knochen überführen. Von diesen Zellen wandelt sich dann, wie ich beim Menschen und bei Thieren gesehen zu haben glaube, ein Theil in Spindelzellen und später in die Fasern der Grundsubstanz um, während ein anderer zur Bildung der Knochenzellen verwendet wird, ein dritter endlich in seiner ursprünglichen Form verharrt und zum Mark der jungen Knochenlagen wird.

Die Knochenbildung in dem erwähnten Blasteme findet sich zwar an Allen Stellen, wo dasselbe mit dem Knochen in Verbindung ist, hat jedoch, selbst bei den allerersten Ablagerungen aussen an eben ossificirenden Knorpeln, nicht in zusammenhängenden, sondern in netzförmig durch-

brochenen Lamellen statt. Die rundlichen oder länglichen Räume (Fig. 142 *a*) die von Anfang an zwischen dem Knochengewebe übrig bleiben und in den verschiedenen Schichten mit einander in Gemeinschaft stehen, sind nichts als die Anlagen der Haversischen oder Gefässcanälchen der compacten Substanz, und enthalten weiches röthliches Mark, das offenbar anfänglich nichts anderes ist als der nicht ossificirende Theil des knochenbildenden Blastemes, jedoch bald mehr Bildungszellen als Bindegewebe führt. Sehr bald gestalten sich die Zellen dieser Räume zu gewöhnlichen leicht röthlichen Markzellen und verwandeln sich zum Theil in Gefässe, welche mit denen der innern Theile des Knochens und namentlich auch mit denen des Periostes sich in Verbindung setzen und einmal mit den Letzteren vereint, während des ganzen Dickenwachsthumes der Knochen mit ihnen in Communication bleiben, so dass die Bildung der Knochenlücken wenigstens später durch dieselben vorgezeichnet ist, die, dem Gesagten zufolge, aus der Beinhaut durch das ossificirende Blastem zum Knochen gehen. Ausser Markzellen und Gefässen, sowie etwas Bindegewebe, enthalten die Knochenräume der Periostablagerungen auch noch runde, längliche oder zackige, abgeplattete, leicht granulirte, zellenartige Körper von 0,01—0,02‴ und darüber Grösse, mit 3—12 und mehr bläschenartigen Kernen und Kernchen, die wahrscheinlich zur Vermehrung der Markzellen in Beziehung stehen (siehe §. 11). Die Periostablagerungen, die, dem Gesagten zufolge als siebförmig durchbrochene Lamellen, die aus Knorpel entstandenen Knochenkerne umlagern, dauern nun, so lange die Knochen überhaupt wachsen, wesentlich in derselben Weise fort und bewirken die Dickenzunahme derselben, zugleich ergeben sich aber auch mehr oder minder wesentliche Veränderungen in ihnen und zwar die bedeutendsten in den grossen Röhrenknochen. Bei diesen finden wir, dass nach und nach, und zwar von der Geburt an deutlicher, im Innern eine grosse Höhle, anfangs mit fötalen Markzellen und später mit fertigem Marke erfüllt, sich entwickelt. Diese Markhöhle bildet sich ganz nach Analogie der schon im vorigen Paragraphen beschriebenen Markräume durch Verflüssigung der Kno-

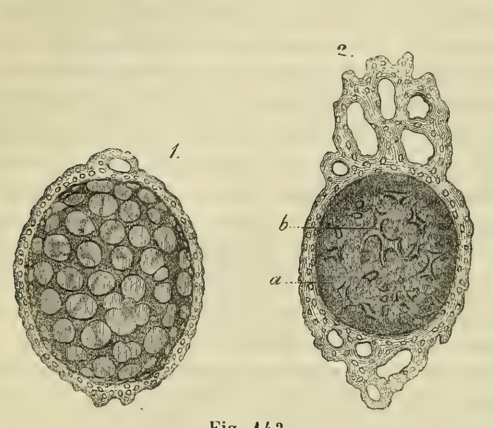


Fig. 143.

Fig. 143. Querdurchschnitte durch die Rippe eines 3monatlichen Embryo. Geringe Vergrösserung. 1. Stelle mit dünner Periostverknöcherung und ganz verkalktem Knorpel. 2. Eine weiter vorgeschrittene Stelle mit grösstentheils von Mark *a* vertretener Knorpelverkalkung von der bei *b* noch Reste da sind. Periostablagerung mit flügelförmigen Anhängen mit Markräumen. Nach *H. Müller*.

chensubstanz im Mittelstück und zwar zuerst nur der aus der primitiven knorpeligen Anlage entstandenen unvollkommenen Knochenmasse (des verkalkten Knorpels), bald auch der aus dem Perioste auf dieselbe aufgelagerten ächten Knochensubstanz, und entwickelt sich bemerkenswerther Weise immer weiter, so lange der Knochen überhaupt wächst. Mithin wird, ähnlich wie an den Enden der Diaphysen, so auch in der Mitte derselben, während äusserlich immer neuer Knochen sich anlegt, der schon gebildete von innen her fortwährend resorbirt und zwar combiniren sich diese beiden Processe so, dass der Knochen während seiner Entwickelung gewissermaassen mehrmals sich regenerirt und z. B. die Diaphyse eines fertigen Humerus kein Atom der Knochensubstanz derjenigen des Neugebornen und diese Nichts von der des dreimonatlichen Embryo enthält. Am deutlichsten werden diese Verhältnisse, so wie überhaupt die der Periost- und Knorpelablagerungen zu einander durch ein Schema (Fig. 144), dessen ich mich schon längst bei meinen Vorträgen bediene. Vergleichen wir hier den ursprünglichen Knochen EE mit dem fast fertigen E^4E^4, so zeigt sich, dass beim Längenwachsthum der Diaphyse des letzteren auf beiden Seiten auf Rechnung des fortwachsenden Epiphysenknorpels ein langer Conus von Knochenmasse, 1, 2, 1^1 2^1 und 3, 4, 3^1, 4^1 erzeugt worden ist, an den dann schliesslich die ebenfalls im Knorpel entstandenen Epiphysenkerne E^4E^4 sich anschliessen, während beim Dickenwachsthum desselben die immer längeren und in der Mitte immer dicker werdenden röhrenförmigen Schichten P, P^1, P^2, P^3 dazugekommen sind. Bei einem solchen Röhrenknochen hat demnach der gesammte, aus Knorpel hervorgegangene Theil die Gestalt eines Doppelkegels mit abgerundeten Basen, der aus dem Periost abgelagerte 1, 2, 3, 4, P^3 und 1^1, 2^1, 3^1, 4^1 P^3 die einer lan-

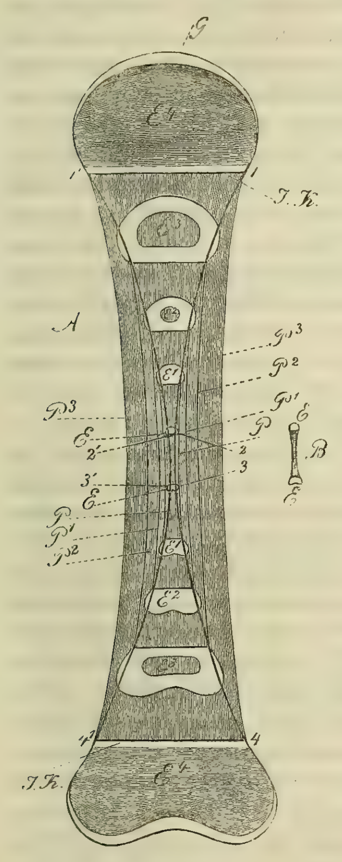


Fig. 144.

Fig. 144. Schema des Wachsthums eines Röhrenknochens. *B*. Erste Anlage in der Diaphyse schon ossificirt mit knorpeligen Epiphysen. *A*. Derselbe Knochen mit noch vier weiteren Stadien, E^1PPE^1, $E^2P^1P^1E^2$, $E^3P^2P^2E^3$, $E^4P^3P^3E^4$. P $P^1P^2P^3$ Periostablagerungen dieser vier Knochen. Das zwischen 1, 2, 3, 4 und 1^1, 2^1, 3^1, 4^1 Befindliche bezeichnet den Theil, der am grössten Knochen aus Knorpel entstanden ist. E^1E^1 knorpelige Epiphysen des zweiten Knochens, E^2E^2 Epiphysen des dritten Knochens, die eine mit einem Knochenkern, E^3E^3, E^4E^4 Epiphysen des vierten und fünften Knochens, alle mit grösseren Epiphysenkernen. *G*. Gelenkknorpel, *I. K.* interstitieller Knorpel zwischen den knöchernen Epiphysen und Diaphysen.

gen, in der Mitte dicksten Röhre ähnlich einem langgestreckten hohlen Fischwirbel mit konisch vertieften Endflächen. Der Gelenkknorpel G ist der nicht verknöcherte Rest des Epiphysenknorpels und die in der Figur nicht bezeichnete Markhöhle (man kann sich dieselbe ungefähr durch die Contouren des vierten Knochens E^3E^3 angedeutet denken) ist entstanden durch Resorption der gesammten aus Knorpel und Periost entstandenen Knochenmassen der Diaphysen der jüngeren Knochen, hier der ersten drei EE, E^1E^1 und E^2E^2.

Bei den Röhrenknochen ohne Markhöhle und bei allen anderen Knochen, die im Innern nur schwammige Substanz enthalten, geht die Resorption lange nicht so weit wie in den eben beschriebenen Fällen, d. h. nur bis zur Erzeugung einer lockeren schwammigen Substanz im Innern, und wir finden daher z. B. in den Wirbeln auch von den früheren Knochenanlagen, auch von denen, die aus der Ossification von Knorpel in oben geschilderter Weise hervorgingen, noch mehr oder minder bedeutende Reste. Immerhin betrifft die Resorption auch hier nicht bloss die aus dem Knorpel gebildeten Kerne, sondern auch die Periostablagerungen, von denen nur die letzten mehr in ihrer ursprünglichen Form als *Substantia compacta* dieser Knochen stehen bleiben.

Die Haversischen Canäle entstehen, wie aus dem Bisherigen zur Genüge hervorgeht, nicht wie die Markraume der aus Knorpeln ossificirenden primären Knochensubstanz durch Verflüssigung schon vorhandenen Gewebes, sondern sind nichts anderes als in den Periostablagerungen ursprünglich offenbleibende Lücken. Dieselben besitzen (siehe auch *Valentin* Entw. p. 262) in früher Zeit eine verhältnissmässig bedeutende Grösse, so im Humerus von fünf Monaten 0,016—0,024''', beim Neugebornen nach *Harting* (p. 78) im Femur 0,010—0,024''', ebenso in den jüngst gebildeten Ablagerungen auch der späteren Perioden und sind in Bezug auf ihren Inhalt schon besprochen. Der wichtigste von ihnen noch zu erwähnende Umstand ist die Art und Weise, wie ihre Lamellensysteme entstehen. Dieselben kommen ebenfalls ohne Mithülfe von Knorpel zu Stande und sind nichts als successive Ablagerungen aus ihrem Inhalte, der, wie schon angegeben wurde, in seinen Fasern und Zellen mit denen des ossificirenden Blastemes innen am Perioste ganz übereinstimmt und gewissermaassen nur ein anfänglich nicht verknöcherter Ueberrest desselben ist. Leicht ist die Beobachtung dieser Verhältnisse an jungen Knochen, bei denen die Periostablagerungen, bevor sie einer etwaigen Auflösung anheimfallen, durch diese neuen secundären Lamellen immer compacter werden, aber auch in späteren Zeiten kann man an den Wänden der fraglichen Canälchen ein mehr oder weniger ossificirtes Blastem (immer ohne Kalkkrümel) sehr häufig wahrnehmen. Während so die Gefässcanälchen auf der einen Seite durch secundäre Anlagerungen sich verengern, welche gerade wie bei den Periostablagerungen selbst geschichtet erscheinen, weil entweder das ossificirende Blastem geschichtet ist oder die Knochenablagerung in bestimmten Zeiträumen Pausen macht, erweitern sich später wenigstens einige derselben durch Resorption, wie z. B. die *Canales nutritii*, die grossen Gefässöffnungen an den Apophysen u. s. w. und wird, wie schon bemerkt, die compacte Substanz an vielen Orten theilweise, an einigen selbst ganz resorbirt.

Wie die Knochen an den Stellen, wo Sehnen und Bänder ohne Vermittelung von Periost direct an sie sich einpflanzen, in die Dicke wachsen, ist noch unausgemacht. Vielleicht darf man aus dem Umstande, dass bei Erwachsenen an vielen solchen Stellen zwischen den Sehnenfasern wirkliche Knorpelzellen vorkommen, deren Uebergang in die Knochenzellen selbst da noch oft sehr schön zu sehen ist, schliessen, dass Aehnliches auch in früheren Zeiten sich findet. In der That habe ich auch bei jungen Individuen an den Ansatzstellen mancher Sehnen und Bänder (Achillessehne, *Lig. calcaneo-cuboideum*, *Aponeurosis plantaris* u. s. w.) an Knochen ebenfalls Knorpelkapseln und ihre Metamorphosen in Knochenkapseln gesehen. Sehr häufig setzen auch Sehnen und Bänder an lange knorpelig bleibende Theile, Epiphysen, *Tuberositas calcanei* z. B., sich an und da kommt das Wachsthum dieser Stellen natürlich einfach auf Rechnung des Knorpels zu Stande.

Die Knochenbildung an der Innenseite des Periostes ist eine längst bekannte Sache, doch war man bisher allgemein der Ansicht, das auch hier eine dünne Knorpellage derselben vorstehe, bis *Sharpey* und ich das Gegentheil bewiesen. Ueber die Natur des ossificirenden Blastems und die Art, wie dasselbe sich bildet und weiter wuchert, sind die Ansichten immer noch getheilt. Die Frage, ob dieses Blastem Knorpel oder Bindegewebe sei, hat zwar, wie auch *Reichert* und *Virchow* bemerken, viel an Interesse verloren, seit durch *Virchow* die Analogie der Knorpelzellen mit den Saftzellen nachgewiesen und so die Verwandtschaft von Knorpel und Bindegewebe wirklich demonstrirt ist, nichts destoweniger halte ich dieselbe für keine ganz müssige, da, wie oben gezeigt wurde (§. 24), die Grundsubstanz der beiden genannten Gewebe in ihrer Genese sehr differirt und nun auch durch *Müller* demonstrirt ist, dass die Knorpelkapseln als solche nicht zu Knochenzellen werden. Dass die ossificirenden Periostlagen kein hyaliner Knorpel sind, darüber kann kein Zweifel sein und wird dies auch von *Virchow* (l. c. p. 442) anerkannt, doch könnte, wenn auch nicht in den Zellen und im Aussehen der Grundsubstanz, eine grosse Uebereinstimmung darin bestehen, dass 1) die Grundsubstanz der ossificirenden Periostlagen nicht aus Zellen hervorgeht, wie die des Bindegewebes, und 2) die Periostlagen wie der Knorpel durch endogene Zellenbildungen von innen heraus wuchern, wie dies *Virchow* in der That annimmt, der hierdurch die innere Uebereinstimmung des Knochenwachsthums vom Knorpel und vom Periost aus nachgewiesen zu haben glaubt (l. c. p. 435). So sehr zusagend auch diese Darstellung erscheint, so vermag ich doch nicht derselben mich anzuschliessen. Ich glaube bestimmt gesehen zu haben und habe mich davon auch jetzt wieder überzeugt (ich empfehle besonders die Schädeldachknochen des Kalbes zu dieser Untersuchung), dass die faserige Grundsubstanz der ossificirenden Periostlagen wie die des Bindegewebes aus verschmelzenden spindelförmigen Zellen entsteht und kann dem zufolge nicht anders, als dieselbe für genuines, wenn auch nicht ganz entwickeltes Bindegewebe halten. Hieraus folgt weiter, dass wenigstens die Grundsubstanz der verknöchernden Periostlagen nicht von innen heraus wuchern kann, wie die des Knorpels, sondern durch Apposition immer neuer Schichten von aussen, d. h. von der Innenfläche des ausgebildeten Periostes her, wodurch es dann zugleich im höchsten Grade wahrscheinlich wird, dass auch die Zellen vorzüglich in den äussern Lagen immer neu sich bilden. Freie Kerne existiren hier nicht, wovon ich mich jetzt aufs bestimmteste überzeugt habe und bleibt daher nichts anderes übrig als anzunehmen, dass die Zellen immerfort sich vermehren, was auch durch die hie und da zu machende Beobachtung von Zellen mit zwei Kernen unterstützt wird. Demzufolge würde ähnlich wie beim Wachsthum der Horngebilde so auch am Perioste eine Zellenlage da sein, die durch immerwährende Vermehrung von sich aus das Material für die ossificirenden Schichten abgibt. Abgesehen hiervon ist der von *Virchow* angestellten Verglei-

chung durch die von *H. Müller* gegebene Aufklärung der Boden auch von einer andern Seite entzogen worden, indem es nun als ausgemacht betrachtet werden kann, dass der Knorpel nie direct zu ächtem Knochen wird. Wie die Sachen jetzt liegen, entsprechen die aus Knorpel hervorgehenden Knochentheile vollkommen denen, die beim Periostwachsthum die secundären Lamellen bilden, während im erstern Falle der verkalkte Knorpel, im letztern die aus Bindegewebe hervorgehenden oberflächlichen Periostverknöcherungen ein vorläufiges Gerüste abgeben, an das dann erst secundär die bleibende Knochenmasse sich ablagert. Wie in der fertigen Epiphyse von dem ursprünglichen Knorpel nichts mehr da ist als die dünne verkalkte Schicht unter dem Gelenkknorpel und vielleicht noch einzelne spärliche Reste weiter im Innern, und das ganze übrige aus secundären Ablagerungen besteht, so ergibt auch eine genauere Untersuchung einer vollendeten Diaphyse, dass in derselben das Meiste d. h. alle Haversischen Lamellen und die innern concentrischen Schichten Bildungen zweiter Formation sind, während von den ursprünglichen Verknöcherungen innen am Periost nur die oberflächlichen concentrischen Lamellen und die spärliche Knochensubstanz zwischen den Haversischen Systemen sich erhielt. Histologisch aufgefasst, so sind die provisorischen Skelettbildungen hier verkalkter Knorpel und dort verknöchertes Bindegewebe (d. h. in meinem Sinne ein Gewebe mit einer aus Zellen hervorgegangenen Grundsubstanz) und die Hauptmasse der ächten Knochensubstanz ein Gewebe *sui generis*, mit einer homogenen nicht aus Zellen hervorgegangenen Grundsubstanz und sternförmigen Zellen ohne secundäre Kapseln, dass weder mit Knorpel noch mit Bindegewebe übereinstimmt, sondern zwischen beiden in der Mitte steht. Es kann nämlich, wie ich mit *Müller* annehme, keinem Zweifel unterliegen, dass die Grundsubstanz aller secundären Knochenablagerungen nicht aus Zellen hervorgeht, vielmehr einfach intercellularsubstanz ist, bei welcher Auffassung auch Knochen und Elfenbein ganz in eine Linie zu stehen kommen, während die primitiven Periostablagerungen in den verknöcherten wahren Bindegewebsformationen (Sehnen etc.) ihr Analogon finden.

Zum Schlusse sei hier über die Vorgänge bei der ersten Ossification der Diaphysen noch bemerkt, dass dieselben manchen Wechseln unterliegen. Bald ist hier eine centrale Knorpelverkalkung das erste, wie die Fig. 145 es zeigt, bald die Bildung einer periostalen Rinde ächter Knochensubstanz, und noch andere Male treten beide Vorgänge ziemlich gleichzeitig auf. Immer aber geschieht nach *H. Müller* die Bildung von ächter Knochensubstanz im verkalkten Knorpel später, wenn sie überhaupt geschieht. Häufig nämlich zerfällt die verkalkte Knorpelsubstanz ganz und wird zu Mark, während die periostale Rinde durch Auflagerungen von Aussen sich verdickt, wie es die Fig. 145 zeigt. — Ueber die Entwickelung der Knochenzellen in den ossificirenden Periostlagen hat *Bruch* ganz eigenthümliche Ansichten aufgestellt (l. c.) denen ich mich unmöglich anschliessen kann.

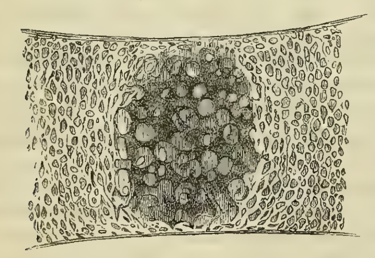


Fig. 145.

Zur Untersuchung der Art und Weise, wie die Knochen in die Dicke wachsen, sind seit der Entdeckung *Duhamel's (Mémoires de l'Académie de Paris* 1742, p. 384 u. 1743, p. 138), dass die Knochen von Thieren durch Fütterung derselben mit Krapp *(Rubia tinctorum)* sich roth färben, an wachsenden Thieren namentlich durch *Flourens* eine grosse Anzahl von Experimenten mit dem genannten Farbstoffe gemacht worden, indem man anfänglich glaubte, dass derselbe nur die nach seiner Darreichung gebildeten Knochentheile färbe. Seitdem sich aber gezeigt hat (*Rutherfordt* bei *Hildebrandt-Weber* I, p. 339, *Gibson* in *Meck.* Archiv IV. p. 482, *Bibra* l. c. und *Brullé* und *Huguény* l. c.), dass bei Krappfütterung der ganze wachsende Knochen und auch die Knochen erwachsener Thiere sich färben und zwar vorzüglich von allen Stellen aus, an denen sie

Fig. 145. Diaphyse des Humerus eines 2monatlichen menschlichen Embryo mit dem ersten Kalkpunkt im Knorpel. 100mal vergr.

mit den Blutgefässen in Verbindung stehen, indem auch das Mark sich färbt *(Bibra)*, wesshalb auch die innersten Lagen der Haversischen Canälchen, die Oberflächen am Periost, die blutreiche junge Knochensubstanz intensiver sich röthen, hat diese Methode so ziemlich an Werth verloren, doch sind immer noch einige Punkte einer weiteren Erforschung auf diesem Wege werth, namentlich mit Bezug auf die neueren Angaben von *Brullé* und *Huguény*, die gestützt darauf, dass, was sie behaupten, die Entfärbung wachsender gefärbter Knochen nur durch Resorption des Gefärbten zu Stande komme, gefunden haben wollen, dass die Röhrenknochen auch von innen, namentlich an den Apophysen Knochensubstanz ansetzen, während an der äusseren Fläche oft gerade eine Resorption stattfinde, Angaben, über die ich mir vorläufig kein bestimmtes Urtheil erlaube, obschon auch ich es für ganz sicher halte, dass an vielen Stellen auch äusserlich in grösserer oder geringerer Ausdehnung an Knochen eine Resorption stattfindet. Nur durch eine solche Resorption ist die Vergrösserung des *Foramen magnum* vom sechsten Jahre an, in welchem die es begrenzenden Stücke verschmelzen, zu denken, und dasselbe gilt auch von den Löchern der Wirbel für das das Rückenmark, und vielen Gefäss- und Nervenöffnungen *(Foramen ovale* und *rotundum* Keilbeins, *Foramina intertransversaria*, *Canalis caroticus* etc. etc.). Mithin ist das von *Serres* aufgestellte Gesetz (*Meck.* Arch. 1822, p. 455), dass Knochenöffnungen durch das Wachsthum der einzelnen, sie begrenzenden Stücke sich vergrössern, für alle mitten in Knochen liegenden Löcher und Canäle ganz unrichtig, wie dies schon *E. H. Weber* und *Henle* theilweise ausgesprochen, und auch für die andern nur für die ersten Zeiten gültig.

Die Ablagerungen aus dem Periost stehen morphologisch in einem gewissen Gegensatze zu der Knochensubstanz, die aus Knorpel sich entwickelt. Die ersteren bilden vorzüglich die feste Rinde der knorpelig präformirten Knochen und zeichnen sich durch das Vorkommen der Haversischen Canälchen und ihrer Lamellensysteme aus, während die letztere die *Substantia spongiosa* erzeugt und keine Gefässcanälchen führt. Doch ist nicht zu vergessen, dass auch die meisten Periostablagerungen anfänglich gewissermaassen spongiös sind, und in allen diesen Knochen ohne Ausnahme zur Bildung der schwammigen Substanz und zwar oft sehr wesentlich beitragen, ferner dass die schwammige Substanz, die aus Knorpel entsteht, nach den neuesten Untersuchungen ganz oder fast ganz auf Rechnung secundärer Ablagerungen, ähnlich denen der Haversischen Canäle und der aus Periostablagerungen entstandenen spongiösen Substanz, zu setzen ist.

§. 109.

Nicht knorpelig präformirte Knochen kannte man beim Menschen bis vor Kurzem nur am Schädel, jetzt kommt nach *Bruch's* Entdeckung (Zeitschr. f. w. Zool. IV. p. 371) auch die *Clavicula* dazu. Die hierher gehörigen Schädelknochen entstehen ausserhalb des Primordialcranium zwischen ihm und dem Muskelsysteme, also innerhalb der Gebilde, die das Wirbelsystem bilden, sind bei dem ersten Auftreten des Schädels als häutige und knorpelige Kapsel noch gar nicht vorhanden, sondern entstehen erst nach dem Primordialcranium aus einem secundären Blasteme, daher sie zum Unterschiede von den anderen primären Knochen, deren Bildungsmaterial früher da ist, secundäre Knochen, oder auch, da sie an den meisten Stellen mit Theilen des Primordialschädels in Berührung sind, Deckknochen oder Belegknochen heissen. Es gehören zu denselben die Schuppe des Hinterhauptbeines in ihrer oberen Hälfte, die Scheitelbeine, Stirnbeine, Schuppen der Schläfenbeine und die Paukenringe, die Nasenbeine, Thränenbeine, Jochbeine, Gaumenbeine, Oberkiefer, Unterkiefer, die Pflugschaar und, wie es scheint, die innere La-

melle des Flügelfortsatzes des Keilbeines und die *Cornua sphenoidalia.* Das Blastem dieser Knochen, das, verschieden von dem der primären Knochen, erst mit der Ossification in einer membranösen Grundlage successive sich entwickelt und nicht schon vorher in einer grösseren Masse vorhanden ist, verhält sich im Wesentlichen ganz wie das der Periostablagerungen und ossificirt genau ebenso.

Die Annahme, dass gewisse Schädelknochen des Menschen und der Säugethiere nicht aus Knorpel sich entwickeln, ist keineswegs neu, doch haben erst *Rathke*, *Reichert*, *Jacobson* und ich das Morphologische dieser Frage und *Sharpey* und ich das Histiologische derselben festgestellt. Immerhin ist auch hier eine Uebereinstimmung der verschiedenen Ansichten noch keineswegs erzielt. Mit Bezug auf das Histiologische verweise ich auf das im vorigen Paragraphen Bemerkte, was dagegen die morphologische Seite der Frage anlangt, so will ich nur bemerken, dass die Lehre vom Primordialcranium und den secundären Knochen sehr unabhängig ist von der Frage, ob die letztern aus Knorpel oder aus Bindegewebe entstehen. Dieselbe stützt sich darauf, dass die einen Knochen direct aus dem knorpeligen Primordialcranium hervorgehen, die andern aussen an demselben entstehen und nicht präformirt sind. Für Weiteres verweise ich auf m. Mikr. Anat. II. 1. S. 374. 375, und meine Bemerkung in Zeitschr. f. w. Zool. II. p. 281, die ich immer noch vollkommen vertrete, dann auf die Arbeit von *Bruch* (l. c) und auf die gegentheiligen Abhandlungen von *Reichert* (*Müll.* Arch. 1849 p. 442 und 1852 p. 528).

§. 110.

Die nicht knorpelig präformirten Schädelknochen treten Alle zuerst in Gestalt eines ganz beschränkten, länglichen oder rundlichen, aus etwas Grundsubstanz und einigen wenigen Knochenhöhlen bestehenden Knochenkernes auf, der von einer geringen Menge weicheren Blastemes umgeben ist. Wie dieser Kern entsteht, ist noch nicht beobachtet, doch möchte aus der Art und Weise, wie er fortschreitet, mit Sicherheit zu entnehmen sein, dass kurze Zeit vor seinem Auftreten an seiner Stelle eine kleine Lamelle von dem weichen geschilderten Blasteme sich bildet, die dann von einem Punkte aus durch Aufnahme von Salzen und Metamorphose ihrer Zellen verknöchert. Ist einmal ein erster Knochenpunkt, z. B. beim Scheitelbein, da, so schreitet derselbe, während das membranartig ausgebreitete Blastem in der Fläche wächst, so fort, dass bald eine zarte Lamelle von netzförmig vereinten Knochenbälkchen entsteht, die mit feinen Strahlen in das noch nicht verknöcherte Blastem auslaufen (Fig. 146). Untersucht man dieselbe

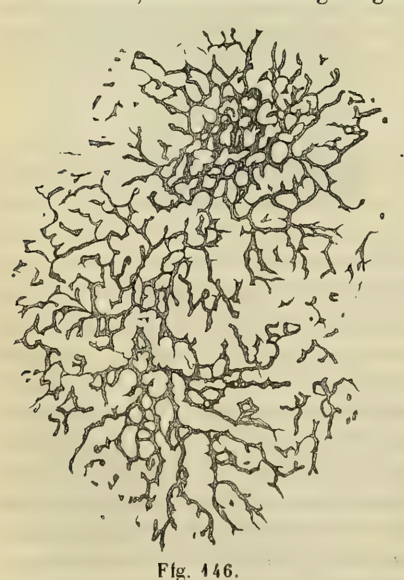


Fig. 146.

Fig. 146. Scheitelbein eines 14 Wochen alten Fötus, 18mal vergr.

genauer, so findet man, dass die einzelnen Knochenbälkchen in dem membranartigen Blasteme durch Ossification seiner Elemente entstanden sind und dasselbe gewissermaassen, wo sie sitzen, ganz aufgezehrt haben, während Reste davon in ihren Lücken liegen geblieben sind, ferner, dass die Bildung der Knochenelemente ganz wie bei den Periostablagerungen vor sich geht, indem die einzelnen Knochenstrahlen immer weicher, blasser und ärmer an Salzen und in ihren Zellen immer ähnlicher den weichen Bildungszellen, endlich ohne Grenze in das weiche Blastem auslaufen und in demselben sich verlieren. Anfänglich nun ist bei diesen Knochen nur ein Flächenwachsthum da, indem die Strahlen, weiter laufend, und durch Queräste sich verbindend, das anfängliche Netz immer weiter führen, bald aber tritt auch eine Verdickung der anfänglichen Lamelle durch innere und äussere, auf sie abgelagerte Schichten und zugleich ein Compacterwerden je der ältesten Theile ein. Erstere kommt auf Rechnung des Periostes, das an den Flächen der secundären Knochen kurze Zeit nach ihrem Auftreten gefunden wird und entweder aus deren ursprünglichem Blasteme oder aus den benachbarten Theilen (Perichondrium des Primordialschädels, Muskel- und Sehnenüberzüge) sich hervorbildet, und geht genau in derselben Weise wie bei den Periostablagerungen der knorpelig vorgebildeten Knochen vor sich, so nämlich, dass an der Innenseite des Periostes ein weiches, wucherndes Blastem sich findet, das von dem Knochen aus allmählich ossificirt, ohne je knorpelig gewesen zu sein (Fig. 147). Auf diese Weise nun bilden sich namentlich an der äusseren, aber auch an der inneren Seite des ersten Knochentäfelchens von demselben aus successive neue Lamellen und wird die Knochenlage immer dicker. Alle diese neuen Lamellen sind wie die erste anfangs netzförmig durchbrochen und ihre rundlichen oder länglichen, verschieden grossen Zwischenräume communiciren, mit denen der schon vorhandenen und folgenden Lamellen, so dass die secundären Knochenkerne, gleich den Periostablagerungen, schon bei ihrem Entstehen von einem Netz von Canälen durchzogen sind, die bald wie dort, zum Theil wenigstens, als Haversische sich kund geben. Anfänglich nur von weichem Blasteme, den Resten des Bildungsmaterials der verschiedenen Lamellen, erfüllt, werden dieselben bald durch fortschreitende Ossificationen

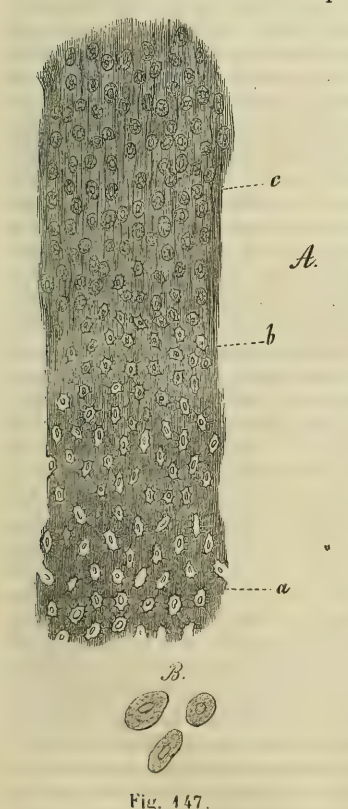


Fig. 147.

Fig 147. Von der Innenfläche eines *Os parietale* des Neugebornen, 300mal vergr. *a.* Knochen mit Höhlen, noch blass und weich. *b.* Rand desselben. *c.* Ossificirendes Blastem mit seinen Fasern und Zellen. *B.* Drei dieser Zellen, 350mal vergr.

in demselben, die theils als Brücken durch sie hindurchsetzen, wie bei den Knochenstrahlen der Ränder, theils als Ablagerungen an ihre Wände erscheinen, immer mehr verengt und schliesslich die einen ganz geschlossen, die anderen in wirkliche Gefässcanäle umgewandelt, indem ihr Inhalt aus den nun als Markzellen erscheinenden ursprünglichen Bildungszellen Gefässe entwickelt, die mit denen des Periostes sich in Verbindung setzen. Ist einmal ein solcher Knochen so weit, so ergeben sich seine späteren Veränderungen leicht. Durch immerfort an seinen Rändern und Flächen neu entstehendes Blastem wächst er so lange in die Fläche und Dicke fort, bis er seine typische Gestalt und Grösse erreicht hat und zugleich entsteht in seinem Innern durch Verflüssigung seiner compact gewordenen Substanz nachträglich spongiöse Substanz (oder selbst grössere Höhlen), so dass er dann, wie ein aus Knorpel und Periostablagerungen entstandener Knochen schliesslich ebenfalls aussen compacte Substanz mit Haversischen Canälchen, innerlich Markräume, jedoch mit deutlichen secundären Ablagerungen, enthält.

Die secundären Schädelknochen ossificiren zum Theil früher als die primären und meist nur mit Einem Kern. Das weiche Blastem, aus dem sie entstehen und das, so lange sie wachsen, an ihren Flächen und Rändern zu treffen ist, ist in seiner ersten Bildung noch nicht verfolgt, wuchert dann aber, wenn die erste Knochentafel einmal da ist, gerade wie bei den Periostablagerungen der andern Knochen vom Perioste aus an den Rändern und Flächen derselben fort. Die Zellen desselben, die wie bei den Periostablagerungen einfach dadurch, dass sie sternförmig auswachsen, zu Knochenzellen werden (Fig. 147), sind länglich, messen beim Menschen meist 0,006—0,01‴ und führen einen granulirten Inhalt mit länglichrunden Kernen von 0,0028—0,0048‴. Diejenigen unter ihnen, die das Dickenwachsthum besorgen, haben, mit Ausnahme derer der *Cavitas glenoidea ossis temporum*, nie die geringste Aehnlichkeit mit Knorpelzellen und verknöchern auch ohne Ausnahme mit ihrer Grundsubstanz ohne Kalkkrümel; die an den Rändern oder Enden dagegen können, wie es scheint, später die Natur von wahrem Knorpel annehmen. Das auffallendste Beispiel hiervon findet sich am Kopfe des Unterkiefers, wo schon während des Fötallebens eine mächtige Knorpellage sich herstellt, die, so lange der Knochen wächst, gerade wie ein Epiphysenknorpel seinem Längenwachsthume vorsteht. Aehnliches findet sich noch an der Gelenkgrube des Schläfenbeins, an den Enden der Clavicula, am *Angulus maxillae inferioris* (beim Kalbe) und an den vorderen Enden der beiden Unterkieferhälften, die durch eine halb faserige, halb knorpelige Masse, die mit der Symphyse sehr übereinstimmt, verbunden sind. Diese Thatsache verliert viel von dem Auffallendem, das sie zuerst an sich trägt, wenn man bedenkt, dass jeder Knorpel anfänglich weich ist und aus gewöhnlichen Bildungszellen besteht und dass, wie wir durch *Virchow* wissen, die Saftzellen des ossificirenden Blastems den Knorpelzellen gleichwerthig sind. Es brauchen daher nur zu einer gewissen Zeit die Bildungszellen des weichen Blastemes der secundären Knochen dieselben Veränderungen durchzumachen, wie die Bildungszellen des embryonalen Knorpels, um das Auftreten von Knorpel an den fraglichen Knochen zu bewirken. Weitere Untersuchungen müssen ergeben, ob solcher Knorpel nachträglich auch an anderen secundären Knochen und in welcher Ausdehnung derselbe bei Thieren sich findet. Noch kann erwähnt werden, dass, wenn ich früher angenommen, dass alle Verknöcherungen aus weichem Blasteme ohne Kalkkrümelablagerungen vor sich gehen, dies nur theilweise richtig ist, indem allerdings in manchen Fällen solche auch in diesen sich finden, jedoch nie in früheren Zeiten und im Ganzen genommen selten. Immerhin ist aber der Ossificationsrand auch in diesen Fällen nicht scharf, wie bei ossificirendem Knorpel.

Die letzten Veränderungen der secundären Knochen sind noch nicht alle genau erforscht. Wie dieselben untereinander und auch mit primären Knochen durch Nähte und

Verschmelzung sich verbinden, ist so ziemlich bekannt. Am Schädeldach z. B. stehen die Knochen anfangs, da die ersten Knochenpunkte in der Gegend der Tubera der Scheitel- und Stirnbeine entstehen, weit aus einander und sind nur durch eine fibröse Haut mit einander verbunden, die die Fortsetzung ihrer beiden Periostlamellen ist und innen mit den Resten des häutigen Schädels der Embryonen und mit der *Dura mater* sich verbindet. Dann wachsen die Knochen immer mehr einander entgegen und kommen schliesslich, indem sie in der erwähnten Fortsetzung ihres Periostes immer weiter vorrücken, in der Stirn- und Sagittalnaht fast bis zur Berührung, doch bleibt noch lange namentlich eine grössere Lücke zwischen denselben, die vordere Fontanelle, die jedoch im zweiten Jahre sich schliesst, während zugleich die Knochen, die bisher mehr geradlinig aneinanderstiessen, ineinandergreifende Zacken ausbilden, bis sie schliesslich, wenn ihr Blastem ganz aufgezehrt ist, nur durch die Periostreste (sogenannte Nathknorpel, besser Nahtbänder) vereint bleiben, die aber ebenfalls früher oder später, und zwar ohne Ausnahme an dem inneren Theile der Nähte, wo auch die Zacken sehr wenig ausgeprägt sind, zuerst, verknöchern können. — Sehr räthselhaft und kaum beachtet sind die Formveränderungen der ganzen Knochen während ihrer Entwickelung. Vergleicht man z. B. ein Scheitelbein eines Fötus oder Neugebornen mit dem eines Erwachsenen, so findet man, dass das Erstere eine viel stärkere Krümmung besitzt und nicht etwa nur wie ein aus der Mitte des Ersteren ausgeschnittenes Stück sich verhält. Es muss daher dasselbe eine sehr wesentliche Aenderung in der Krümmung seiner Flächen erlitten haben, und diese kann, da an mechanische Verhältnisse nicht zu denken ist, nur durch ungleichmässige Ablagerungen innen und aussen, in der Mitte und an den Rändern, oder durch Ablagerungen einerseits, Resorptionen andererseits bewirkt worden sein. Dass ungleichmässige Ablagerungen wirklich vorkommen, sehen wir z. B. an den *Juga cerebralia* und *Impressiones digitatae*, den *Sulci meningei* etc., allein mir scheint, dass auch ohne die Annahme localer Resorptionen an gewissen Stellen nicht auszukommen ist. Oder wie will man sonst die Zunahme des *Margo orbitalis superior* an Breite, die Vergrösserung des Abstandes zwischen den *Tubera frontalia* auch nach der Verschmelzung der Stirnbeine, die Aenderung der Gestalt des Unterkiefers (das Grösserwerden der Entfernung zwischen den *Processus coronoidei* und der *Spina mentalis*, die Aenderung der Krümmung desselben, das theilweise Verschwinden und die Neubildung der Alveolen) u. s. f. erklären? Wir haben schon gesehen, dass auch bei den anderen Knochen etwas der Art durchaus anzunehmen ist, und daher werden wir auch hier keinen Anstand nehmen, obschon das Nähere der fraglichen Resorptionen unbekannt ist. Das im Innern der secundären Knochen solche vorkommen, wurde schon erwähnt. Die Bildung der Diploe, die im 10. Jahre deutlicher wird, beruht auf einer solchen, ebenso die der *Sinus frontales* und des *Antrum Highmori*, die ebenfalls erst später sich zu entwickeln beginnen.

Noch erwähne ich, dass auch die secundären Knochen, so lange sie wachsen, viel gefässreicher sind, als später, und selbst die Periostablagerungen der anderen Knochen hierin noch übertreffen, wesshalb auch ihr Mark, das ebenfalls die vielkernigen, oben schon berührten räthselhaften Körper enthält, röther ist. Die Gefässe treten durch unzählige Punkte ihrer Oberfläche in sie hinein und verlaufen je nach den verschiedenen Knochen in mehr senkrecht aufsteigenden oder horizontalen Canälen. Letzteres ist in den platteren Knochen der Fall, in denen die Hauptrichtung der Gefässcanäle der Längsrichtung der anfänglich vom Ossificationspunkte ausgehenden Knochenstrahlen folgt, ersteres, was der Knochenoberfläche ein oft äusserst zierliches milleporenartiges Ansehen gibt, in den mehr dickeren Theilen zu treffen. Später obliterirt ein guter Theil dieser Canäle oder wird wenigstens sehr eng, wodurch dann die Oberflächen mehr sich glätten.

Am Schlusse dieses Paragraphen über die Entwickelung der Knochen füge ich noch Etwas über die Zeitverhältnisse bei. *Valentin* sah die knorpelige Grundlage der Rippen bei einem 6''' langen menschlichen Embryo. In der 6ten bis 7ten Woche ist diejenige des Schädels bestimmt zu erkennen, so wie die der Wirbel- und Extremitätengürtel, die der eigentlichen Extremitäten erst etwas später (in der 8ten bis 9ten Woche). Die Ossification beginnt schon im 2ten Monate, zuerst im Schlüsselbein und Unterkiefer (5te bis 7te Woche), dann in den Wirbeln, dem Oberarm, Oberschenkel, den Rippen.

dem knorpeligen Theile der Schuppe des Hinterhauptbeines. Am Ende des 2ten und Anfange des 3ten Monates treten auf die Stirnbeine, Schulterblätter, Vorderarm- und Unterschenkelknochen und Oberkiefer, im 3ten Monate die übrigen Schädelknochen mit wenigen Ausnahmen, die Mittelhand- und Mittelfussknochen, die Phalangen, im 4ten Monate die Darmbeine und die Gehörknöchelchen, im 4ten oder 5ten das Siebbein, die Muscheln, das Brustbein, Schambein und Sitzbein, im 6ten bis 7ten Monate das Fersenbein und Sprungbein, im 8ten Monate das Zungenbein. Bei der Geburt sind noch unverknöchert die Epiphysen aller Röhrenknochen, hie und da mit Ausnahme der einander zugewendeten von Femur und Tibia, ferner alle Handwurzelknochen, die fünf kleineren Fusswurzelknochen, die Patella, Sesambeine, die letzten Steissbeinstücke. Nach der Geburt bis zum 4ten Jahre treten die Kerne auch in diesen Theilen auf, erst im 12. Jahre im *Os pisiforme*. Die Vereinigung der meisten der Epiphysen und Fortsätze mit den Diaphysen kommt zum Theil zur Pubertätzeit, zum Theil gegen das Ende der Wachsthumsperiode zu Stande.

§. 111.

Die Lebenserscheinungen in den vollkommen ausgewachsenen Knochen sind während des kräftigen Alters mit keinen namhafteren und durchgreifenderen morphologischen Veränderungen gepaart. Zwar ziehen sich einzelne der früher betrachteten Processe auch noch in diese Periode hinein — wie die Vergrösserung der Sinus der Schädelknochen, der Mnskel- und Bandinersertionen, der Gefässfurchen, allein von einer ausgedehnteren Knochenneubildung am Perioste und in den Haversischen Canälen, sowie von einer mit derselben Hand in Hand gehenden und in grösserem Maassstabe auftretenden Resorption findet sich nichts. Ob im fertigen Knochen ein Wechsel, wenn auch nicht der Elementartheile, doch der Atome bei gleichbleibender äusserer Gestalt sich findet, ist eine andere Frage, für deren Lösung jedoch die Mikroskopie keine Thatsache an die Hand gibt. So viel ist sicher, dass die Organisation der Knochen der Art ist, dass sie trotz ihres starren Baues doch aufs Allseitigste und Innigste mit dem ernährenden Plasma des Blutes in Berührung kommen. Ueberall nämlich, wo die Knochensubstanz mit Gefässen in Verbindung steht, also an der äusseren Oberfläche, an den Wänden der Markhöhlen und Markräume und denen der Haversischen Canäle, befinden sich zu Millionen dicht aneinander gedrängte feine Mündungen. Diese leiten das Blutplasma durch die Knochencanälchen in die den genannten Flächen zunächst liegenden Knochenzellen, von denen aus dasselbe dann durch weitere Canälchen zu immer entfernteren Höhlen bis in die äussersten Lagen der Haversischen Lamellen und die von den Gefässen entferntesten Schichten der grossen Lamellensysteme geleitet wird. Wenn man sich an die ungemeine Zahl der Knochencanälchen, an die mannigfachen Anastomosen derselben erinnert, so wird man zugeben müssen, dass in keinem Gewebe des menschlichen Körpers für die Verbreitung des Blutplasma's besser gesorgt ist, allein in fast keinem war auch gerade die Zufuhr von Fluidum zu den feinsten Partikelchen gerade nothwendiger als hier. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Flüssigkeiten, welche dieses „plasmatische Gefässsystem“ *(Lessing)* der Knochen, das nach unseren jetzigen Anschauungen als ein Netzwerk sternförmiger Zellen aufgefasst werden muss, von den Blutgefässen erhält, modificirt durch die Lebensvorgänge in den kernhaltigen

Zellenkörpern der Knochenzellen, zur Erhaltung der Knochen von der unumgänglichsten Nothwendigkeit sind, denn wir sehen, dass, wenn die Blutzufuhr zu einem Knochen durch Zerstörung des Periostes oder des Markes, durch Unterbindung der Gefässe seines Gliedes, durch Obliteration der Periostgefässe durch Druck von aussen (*Aneurysmen*, Afterbildungen) gehemmt wird, eine Necrose der betroffenen Theile, die nach *Virchow* manchmal nur die in den Bereich einer oder einiger weniger Zellen gehörende Substanz betrifft, die sichere Folge ist, welcher der auch in den Knochen wirksame Collateralkreislauf (siehe oben) kaum je ganz entgegenzutreten vermag. Dagegen sind wir vorläufig nicht im Stande, zu sagen, wie das Plasma der Knochen circulirt, denn eine Bewegung desselben von und zu Gefässen (wahrscheinlich von den mehr arteriellen durch mehrere Lamellensysteme hindurch zu den venösen) muss doch wohl angenommen werden, welche Veränderungen bei der Ernährung im Knochengewebe eigentlich vor sich gehen, letzteres besonders desswegen nicht, weil die chemische Untersuchung, namentlich der organischen Zersetzungsproducte in den Knochen, noch ganz im Unklaren liegt.

Dass die Knochensubstanz in stetem und zwar sehr energischem Stoffwechsel begriffen ist, davon geben ausserdem, neben den so vielfachen Erkrankungen derselben, auch noch ihre Veränderungen im höheren Alter Kunde. In diesem zeigt sich vorzüglich ein Schwinden ganzer Knochenpartieen sowohl äusserlich als innerlich, ersteres z. B. an den Alveolarfortsätzen der Kiefer, die ganz verloren gehen, letzteres beim Poröser- und zugleich Brüchigerwerden aller möglichen Knochen, wie der Röhrenknochen, derjenigen des Schädels, bei der Vergrösserung von Gefässöffnungen (Wirbel, Apophysen), beim Rauherwerden von Knochenoberflächen. Zu dieser *Atrophia senilis* der Knochen kann sich dann auch consecutiv eine innere Anbildung von Knochensubstanz gesellen, eine sogenannte Sclerose, wie an den platten Schädelknochen, durch welche in geradem Gegensatze zu den sonstigen Erscheinungen in senilen Knochen die Diploe schwindet, indem ihre Räume durch neue Knochenmasse erfüllt werden, die Venenräume und Emissarien obliteriren und der ganze Knochen schwerer wird.

Ueber die zahlreichen pathologischen Veränderungen der Knochen kann hier nur kurz berichtet werden. Knochenbrüche heilen unter nur einigermaassen günstigen Verhältnissen leicht durch wahre Knochensubstanz, der bei Röhrenknochen von Thieren, wie ich mit Anderen mich überzeugte, die Bildung eines wahren Knorpels vorangeht, während dies beim Menschen nicht immer der Fall ist. Bei schwammigen Knochen, Brüchen innerhalb der Gelenkkapseln, ungünstigen Verhältnissen vereinen sich die Bruchenden häufig nur durch einen fibrösen Callus und bildet sich öfter zwischen ihnen eine Art Gelenk. Nach Substanzverlusten regenerirt sich die Knochensubstanz leicht und namentlich ist es das Periost, welches hier wie bei dem Dickenwachsthum der Knochen, natürlich nur durch das aus seinen Gefässen gelieferte Exsudat, eine grosse Rolle spielt. Bei Thieren regeneriren sich ganze Knochen der Extremitäten und Rippen so ziemlich in ihrer Gestalt, wenn das Periost geschont wird, was die *Heine*'sche Sammlung auf der Würzburger Anatomie durch viele Beispiele belegt, aber auch nach gänzlicher Excision des Periostes entsteht wieder ein Rudiment von Knochen (*Heine*). Beim Menschen liegen schon ziemlich viele Beispiele vor von Wiedererzeugung ganzer Knochen, so des Unterkiefers, der Rippen, des Schulterblattes (*Chopart*) und die Fälle von einzelnen, zum grossen Knochenstücken sind sehr zahlreich. Namentlich sind es die

Diaphysen, die sich leicht ersetzen, wenn sie in dieser oder jener Weise verloren gingen, seltener die schwammigen Knochen und Knochentheile und Schädelknochen, doch füllen sich bei letzteren Trepanlücken in manchen Fällen statt mit einer fibrösen Haut mit einzelnen Knochenproductionen, selbst mit einem vollständigen Knochenstück, ja es heilen sogar trepanirte Stücke an, wie man das auch sonst von halb abgehauenen Stücken beobachtet hat (*Pauli*). Hypertrophien der Knochen kommen in den mannigfachsten Gestalten vor, die sich alle in zwei Hauptformen bringen lassen, 1) Auflagerungen oder äussere Hyperostosen, vorzüglich vom Perioste aus sich bildend, und 2) Einlagerungen (Sclerosen) oder Erfüllung der Markräume oder Haversischen Canälchen mit neuem Knochen, welche zwei Formen entweder isolirt oder combinirt sich finden. Erstere kommen bei Entzündungen des Periostes für sich und in Begleit von Krebs, Arthritis, Syphilis u. s. w. vor, letztere ausser im Alter consesutiv bei Rachitis, Osteomalacie und Syphilis. In Betreff der mikroskopischen Verhältnisse ist es *Virchow's* Verdienst, zuerst mit Bestimmtheit nachgewiesen zu haben, dass in sehr vielen Fällen von pathologischer Knochenbildung dieselbe durch directe Ossification von Bindegewebe ohne vorgängige Knorpelbildung zu Stande kommt. Die neugebildete Knochensubstanz ist bald wie normale (viele Auflagerungen), bald fester mit kleinen Gefässräumen, grossen unregelmässigen Knochenhöhlen. Atrophien der Knochen erscheinen als Schwinden derselben im Ganzen im Gefolge von langwierigen Krankheiten, Lähmungen, Anchylosen, oder als Rarefaction des Knochengewebes analog der *Atrophia senilis*, bei Syphilis, Lepra, Mercurialcachexie, Lähmungen u. s. w. Ein Absterben der Knochen (Necrose) beobachtet man bei Zerstörungen des Periosts, Entzündungen desselben und des Knochens u. s. w. meist gepaart mit einem excessiven Wachsthum der noch gesunden Theile. Eigenthümliche Störungen bedingen die Osteomalacie und Rachitis, doch hat bei der erstern die mikroskopische Untersuchung nichts hier anzuführendes ergeben. Die letztere ist von mir, *H. Meyer*, *Virchow* und *H. Müller* untersucht worden und zeigt einige auch hier erwähnenswerthe Verhältnisse. In den unverhältnissmässig grossen Epiphysenknorpel misst 1) die Schicht der ossificirenden Knorpelzellen (die reihenweise gestellten Zellen) statt $1/3'''$ $2-5'''$, 2) ist der Verknöcherungsrand zackig, indem Knorpel und Knochen verschiedentlich ineinander greifen, 3) fehlen an ausgezeichnet rachitischen Knochen die Kalkkrümelablagerungen am Ossificationsrande und wandeln sich die Knorpelkapseln fast ohne Ausnahme etwas vor der Grundsubstanz ebenfalls ohne Kalkkrümel in Knochenkapseln um, welche dann später wie bei normalen Knochen bei der Markraumbildung dem bleibenden Knochengewebe Platz machen. An den Diaphysen ist die Lage des ossificirenden Blastems viel dicker, verknöchert ebenfalls sehr langsam, so dass die *Subst. compacta* solcher Knochen von einer dicken Schicht im Bau und Anordnung Knochen ähnlichen aber weichen Gewebes bedeckt sein kann, und zeigt dieselbe zum Theil Knorpelbildung. Ferner ist nach *H. Müller* auch die Markhöhle oft mit einem weichen Gewebe ganz ausgefüllt, das histologisch dem Knochengewebe gleich aber nicht verknöchert ist. — Accidentelle Knorpel- und Knochenbildung sind sehr häufig. Ersteres Gewebe zeigt sich, trotzdem dass es nicht regenerationsfähig ist und seine Wunden nur durch fibröses Gewebe, seltener durch Knochengewebe (Rippen) heilen, in sehr vielen Organen (Knochen, Brustdrüse, Parotis, Hoden, Lunge, Haut) als sogenanntes Enchondroma, ferner als neuer Ueberzug auf Knochenwucherungen am Rande abschliffener Gelenkköpfe (*Ecker*), letzteres tritt als Verknöcherung von permanenten Knorpeln (Rippen, Kehlkopf, Epiglottis [sehr selten]), von Sehnen (Exercirknochen z. B.), an der *Dura mater* und *Arachnoidea*, im Auge, im Eierstock, in fibrösen Häuten (*Membrana obturatoria*), im Enchondrom, in Fibroiden und Krebsen, in der Lunge (*Mohr's* haarhaltige Cyste) auf. Auch in diesen Fällen unterscheidet sich das Knochengewebe nicht wesentlich vom normalen, und geht bald aus knorpeligem, bald, und zwar meist aus weichem Blasteme hervor (*Virchow* Arch. I. p. 137).

Zur Untersuchung der Knochen dienen vor Allem gute Schliffe. Mit einer feinen Säge entnimmt man dünne Lamellen und schleift dieselben mit Wasser auf einem feinen Schleifsteine mit dem Finger oder mit einem zweiten kleineren Steine einige Minuten

(5—10), bis sie gleichmässig durchsichtig sind. Dann reinigt man den Schliff, indem man ihn, wenn er viel Fett enthält, auch mit Aether auszieht und benutzt ihn dann mit Wasserzusatz zum Studium der Haversischen Canäle und der Stellung der Knochenhöhlen, und mit Terpentin zu dem der verschiedenen Lamellensysteme. Die Knochenzellen und ihre Ausläufer, die in Schliffen durch Luft dunkel und sehr deutlich sind, auch durch Zusatz von gefärbten Flüssigkeiten schön sichtbar gemacht werden können, werden von dünnerem Terpentin ganz ausgefüllt, so dass letztere grösstentheils, aber auch erstere sehr oft dem Auge entschwinden und dasselbe geschieht in Wasser und dickerem Terpentin, doch minder rasch, wesshalb man auch, bevor dieselben überall eingewirkt, noch viele derselben schön sieht. Will man die Höhlen und Canälchen bleibend sichtbar machen, so ist es das Beste, einen dünnen Schliff zu poliren, indem man ihn zwischen zwei Glasplatten reibt. Dann kann man denselben ohne Zusatz von Flüssigkeit untersuchen und erhält so vollständige Bilder, wie die Figg. 117, 115 sie wiedergeben. Das Schleifen der Knochen mit Oel ist nicht rathsam, weil dann die Knochenhöhlen mit demselben sich füllen und auch nach eindringlicher Behandlung mit Aether selten schön werden. — Nächst den Knochenschliffen ist die Untersuchung des Knochenknorpels das Lohnendste. Man verschafft sich solchen, wenn man Knochen in der Kälte so lange mit verdünnter Salzsäure (1 Theil Säure, 10—20 Theile Wasser) behandelt, bis in der oft gewechselten Flüssigkeit durch Ammoniak kein Niederschlag mehr erzeugt wird, wozu bei kleinen Knochenstückchen einige Stunden, bei ganzen Knochen mehrere Tage nothwendig sind. Vom erhaltenen Knochenknorpel macht man nun mit einem scharfen Messer Schnitte nach allen Richtungen und kann dieselben vorzüglich zum Studium der Haversischen Canälchen und Lamellen, die sich auch von der Oberfläche abziehen lassen, benutzen. Auch die Knochenzellen sind noch sichtbar; ihre Ausläufer erscheinen als feine Streifung, und ihre Kerne treten ohne Weiteres und besonders auch nach Behandlung mit Kali oder in durch Kochen in Wasser halb aufgelöstem Knorpel hervor. Nach langer Maceration in Salzsäure oder nach langem Kochen im Papin'schen Topfe (*Hoppe*) isoliren sich selbst die Knochenzellen als sternförmige Gebilde mit zarten Wänden, oder wie im Cemente des Pferdezahnes selbst mit äussern Knorpelkapseln ähnlichen Hüllen. Nach langem Erweichen des Knochenknorpels in Wasser trennen sich die Lamellensysteme der Haversischen Canälchen mehr oder minder vollständig und kommen in Gestalt grober kurzer Fasern zwischen den grösseren Lamellen zum Vorschein (*Gagliardi's Claviculi*). — Setzt man die Knochen in einem Platintiegel einer starken Weissglühhitze aus, so verbrennen, indem der Knochen zuerst schwarz und schliesslich ganz weiss wird, die organischen Theile derselben und es bleiben bei gehöriger Vorsicht die erdigen Bestandtheile ganz in der früheren Gestalt des Knochens zurück, und eignen sich zum Studium der blätterigen Structur der compacten Substanz und der Lamellensysteme der Haversischen Canälchen, die ebenfalls zum Theil isolirt hervortreten, wie auch in verwitterten Knochen. Für die mikroskopische Untersuchung der anorganischen Theile der Knochen glüht man Knochenschliffe auf einem Platinblech, doch müssen dieselben sehr fein sein, weil sie nachher wieder undurchsichtiger werden und ihrer Brüchigkeit wegen ausser in kleinen Fragmenten nicht feiner sich schleifen lassen (*Bruns*), oder man kocht Schliffe in Kalilauge. An beiden sieht man die Knochenhöhlen deutlich und leer mit den Anfängen der Poren in feinkörniger Grundsubstanz. Den natürlichen Zustand der Knochenhöhlen sieht man leicht an ganz frischen Knochen an Schnittchen oder in dünnen Knochenlamellen, wie sie z. B. an vielen Theilen der Gesichtsknochen vorkommen. An frischen Knochen kann man auch die Gefässe in natürlicher Injection und mikroskopisch studiren, was auf jeden Fall schneller zum Ziele führt, als die nicht leicht gelingenden Injectionen derselben, zu deren genauer Verfolgung übrigens die Knochen nachher in Salzsäure macerirt und in Terpentinöl aufbewahrt werden müssen. Die Nerven der Knochen findet man an den *Arteriae nutritiae* grosser Röhrenknochen von blossem Auge, an kleineren Gefässen mit dem Mikroskope leicht, die des Periostes studirt man, nachdem man dasselbe durch Natron oder Essigsäure durchsichtig gemacht hat. Zum Studium der Knorpel eignen sich die Rippen- und Gelenkknorpel am besten, in welchen die Kapseln der Knorpelzellen zum Theil ohne Weiteres, zum Theil nach Zusatz von Essigsäure und Natron, die die Grundsubstanz aufhellen, deutlich sind. Durch Kochen und Maceration in Säuren und Alkalien isoliren sich die Knorpelkapseln

leicht, und dasselbe geschieht von selbst in den gelben Knorpeln namentlich von grossen Säugern. Die Entwickelung der Knochen untersuche man an einem Röhrenknochen und am Scheitelbein, und sind nach *H. Müller* besonders in Chromsäure oder in solcher mit etwas Salzsäure gelegene Stücke dienlich, denen man mit dem Rasirmesser feine Schnitte entnimmt, die noch durch Glycerin durchsichtiger gemacht werden können. Auch rachitische Knochen sind in verschiedenen Beziehungen lehrreich.

Literatur der Knochen. Ausser den bei § 26. und 30 citirten Werken vergleiche man *F. Bidder*, Zur Histogenese von Knochen, in *Müll.* Arch. 1849, p. 292; *E. v. Bibra*, Chemische Untersuchungen über die Knochen und Zähne des Menschen und der Wirbelthiere. Schweinfurt 1844; *Vötsch*, Die Heilung der Knochenbrüche *per primam intentionem.* Heidelberg 1847, *Kölliker*, Ueber den Bau der Synovialhäute, in Mittheil. der Zürch. nat. Gesellsch. 1847. p. 93; *J. Leidy, Structure of the articular Cartilages* in *Amer. Journal of the Med. Sc.* 1849; *Redfern, On the thickness of the articular Cartilages* in *Monthly Journal* 1854. *Jan.*; *Rokitansky*, Beiträge zur Kenntniss des Verknöcherungsprocesses, in der Zeitschrift der Wiener Aerzte 1848. p. 1; *A. Krukenberg*, Zur Lehre vom Röhrensysteme der Zähne und Knochen, in *Müll.* Arch. 1849. p. 403; *Virchow* in in Verhandl. der Würzb. phys. med. Ges. Bd. 1, Nr. 13 und Unters. über die Entw. d. Schädelgrundes. Berlin 1857; *Robin, Observations sur le développement de la subst. et du tissu des os*, in *Mém. de la société de Biolog.* 1850, *p.* 179 und *Gazette med. d. Paris* 1857. *Nr.* 14. 16; *Brullé et Huguény, Expériences sur le développement des os dans les mammifères et les oiseaux, Annal. des scienc. nat,* 1845 *Nov. p.* 383; *Flourens, Théorie expérimentale de la formation des os. Paris* 1847. 8. *avec* 7 *pl.*; *R. Maier*, Das Wachsthum der Knochen nach der Dicke, Freiburg im Br. 1856; *H. Müller*, Entw. d. Knochen, in Würzb. Verhandl. Bd. VIII. S. 150, Ueber d. Vork. v. Resten der *Chorda dorsalis* nach der Geburt, in Zeitschr. f. rat. Med. 3. Serie, Bd. II. 1858; *Ch. Rouget, Développement et Struct. du Syst. osseux. Paris* 1856; *Fürstenberg*, Ueber einige Zellen mit verdickten Wänden in *Müll.* Arch. 1857. p. 1; *Lachmann*, Ueber Knorpelzellen, i*Müll.* Arch. 1857. p. 15; *Ch. Aeby*, Der hyaline Knorpel und s. Verknöcherung in Gött. Nachr. 1857. Nr. 23; *A Bau*r, Zur Lehre von der Verknöcher. d. primord. Knorpels in *Müll.* Arch. 1857. p 347; *Beck*, Abh. üb. einige in Knochen verlaufende Nerven. Freiburg 1846; *Kölliker*, Ueber die Nerven der Knochen, in Würzb. Verh. I.; *Luschka*, Die Nerven in der harten Hirnhaut. Tüb. 1850; Die Nerven des Wirbelkanales u. der Wirbel. Tüb. 1850; Ueber den Bau der Zwischenwirbelknorpel in Zeitschr. f. rat. Med. VII. N. F. p. 129, Die Kreuzdarmbeinfuge und die Schambeinfuge in *Virch.* Arch. VII. p. 299, Zur Entwickl. d. Gelenke in *Müll.* Arch. 1855. p. 481, die Alterveränderungen der Zwischenwirbelknorpel in *Virch,* Arch IX. p. 311; *Rüdinger*, Die Gelenknerven d. menschl. Körpers. Erlangen 1857; *F. J. Kaufmann*, Zur Wachsthumsgeschichte der Zwischenwirbelscheiben, in *Virch.* Arch. VI. p. 412; *R. Hein, De ossium medulla. Berol.* 1856; *C. O. Weber*, Die Knochengeschwülste. Bonn 1856; *W. A. Freund*, Beitr. z. norm. path. Histolog. d. Rippenknorpel, Breslau 1858; *A. Wagner*, Ueber den Heilungsprocess nach Resorption und Exstirpation der Knochen. Berlin 1852. 4 Taf.; *U. Hilty*, Der innere Callus und seine Entstehung. Zürich 1852. Diss., auch in Zeitschr. f. rat. Med. n. F. III. p. 189; *H. Meyer*, Beitr. z. Lehre von den Knochenkrankheiten, in Zeitschr. f. rat. Med. III. 1853. p. 143.

Vom Nervensysteme.

§. 111.

Das Nervensystem ist, vom gröberen anatomischen Standpunkte aus betrachtet, ein vollständig zusammenhängendes Ganzes, an dem man zwei grössere Hauptmassen, Rückenmark und Gehirn und viele zu fast allen Organen von denselben ausgehende Stränge, die Nerven, unterscheidet. Die beiden ersten oder das centrale Nervensystem, die Centralorgane, werden nicht bloss vom anatomischen Standpunkte aus, als Ausgangspunkte der Nerven, sondern auch von Seite der Physiologie, als Anreger der Bewegungen und Sitz der Empfindungen so wie der Seelenthätigkeiten, als übergeordnete Theile angesehen, während man den letzteren oder dem peripherischen Nervensysteme mehr die Rolle der Diener, die Vermittlung der Contractionen und Sensationen zuschreibt. Diese Betrachtungsweise ist jedoch nur theilweise richtig, weil 1) auch in den sogenannten Centralorganen sehr viele untergeordnete Theile wie in den Nerven vorkommen und 2) das peripherische Nervensystem in den sogenannten Ganglien oder Nervenknoten ebenfalls physiologische und anatomische Centralorgane besitzt. Auch die alte Eintheilung des Nervensystemes in animales und vegetatives kann vor den Erfahrungen der Neuzeit nicht länger Stand halten und ist das letztere oder der Sympathicus, auch das Gangliennervensystem, nur als ein, freilich eigenthümlich gestalteter Theil des peripherischen Nervensystemes zu betrachten.

Elemente des Nervensystems.

§. 112.

Die Nervenröhren oder Nervenfasern (Figg. 148—150), auch Primitivröhren oder Primitivfasern der Nerven *(Fila nervea s. Tubuli nervei s. Fibrae nerveae)* genannt, sind weiche, feine, drehrunde Fäden, von 0,0005—0,01''' Durchmesser, welche den Hauptbestandtheil der Nerven und der weissen Substanz der Centralorgane ausmachen, jedoch auch in der meisten grauen Substanz dieser letzteren und in den Ganglien nicht fehlen. Dieselben sind (Fig. 139. 1) frisch untersucht bei durchfallendem Lichte wasserhell, durchsichtig, mit einfachen dunklen Contouren, bei Beleuchtung von oben glänzend, opalartig, wie Fett, in grösseren Mengen weiss, und lassen meist keine Zusammensetzung aus differenten Bestandtheilen erkennen, doch zeigt sich bei Anwendung verschiedener Methoden leicht, dass sie aus drei ganz abweichenden Gebilden, nämlich einer zarten Hülle, einer zähen Flüssigkeit und einer in dem Centrum befindlichen weichen oder elastischen Faser bestehen.

Die Hülle oder Scheide der Nervenröhren (Begrenzungshaut, *Valentin*) (Fig. 141. 1, 2, 3, 4 *a*) ist eine äusserst zarte, nachgiebige oder elastische,

vollkommen structurlose und wasserhelle Haut, die an ganz unveränderten Nervenfasern, mit Ausnahme weniger Stellen, durchaus nicht sichtbar ist, dagegen bei Anwendung von passenden Reagentien, wenigstens an den dickeren Fasern der Nerven und der Centralorgane, ziemlich leicht zur Anschauung kommt und in ihren chemischen Characteren in allen wesentlichen Punkten mit dem Sarcolemma der Muskelfasern übereinstimmt. An den feinsten Fasern des peripherischen wie des centralen Nervensystems ist ihre Darstellung noch nicht gelungen und muss es vorläufig dahingestellt bleiben ob dieselben Scheiden besitzen oder nicht.

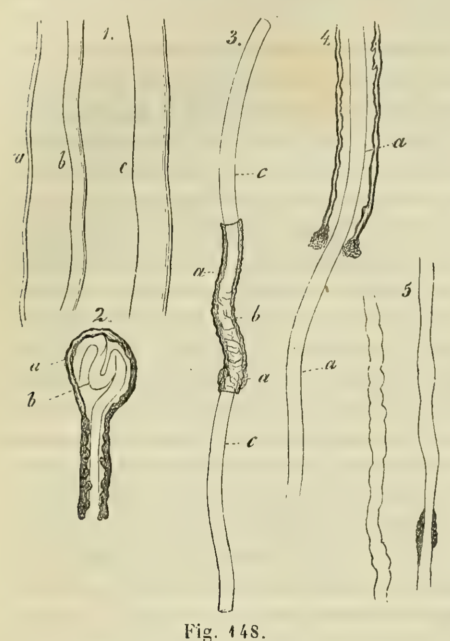


Fig. 148.

Innerhalb der structurlosen Scheide, an deren Innenseite bei manchen Nervenröhren Zellenkerne liegen, liegt das **Nervenmark** (Markscheide, *Rosenthal* und *Purkyně*, weisse Substanz, *Schwann*) (Fig. 148. 3 *b*. Fig. 141. 3, 4 *b*) in Gestalt eines cylindrischen, die centrale Faser eng und genau umgebenden Rohres. Dasselbe ist in der frischen Nervenfaser vollkommen gleichartig, zähflüssig wie ein dickeres Oel, je nach der Beleuchtung durchscheinend und klar oder weisslich glänzend, und bedingt offenbar den eigenthümlichen Glanz der Nerven. Durch Erkalten, Wasser, die meisten Säuren und viele andere Reagentien verändert sich das **Nervenmark** schnell und ganz constant, und zwar beruht die Veränderung vorzüglich in einem **Gerinnen** desselben, welches successive von aussen nach innen fortschreitet und bald das ganze Mark, bald nur die äusserste Schicht desselben ergreift. Im letzteren Falle entstehen die **Nervenröhren mit doppelten Contouren** (Fig. 148. 2, 3, 4) oder mit äusserlich in grösserer oder geringerer Ausdehnung geronnener, innerlich noch flüssiger Markscheide, im ersteren Fasern mit scheinbar ganz krümligem, dunklem Inhalt (Fig. 149). Das geronnene Nervenmark erscheint nämlich selten homogen, sondern meist krümlig, körnig, wie aus einzelnen unregelmässigen grösseren und kleineren Massen zusammengesetzt, bei Essigsäure-

Fig. 149. Nervenfasern bei 350maliger Vergrösserung. 1. Vom Hunde und Kaninchen im natürlichen Zustande, *a*. feine, *b*. mitteldicke, *c*. grobe Faser aus peripherischen Nerven. 2. Vom Frosch mit Serumzusatz, *a*. durch Druck herausgepresster Tropfen, *b*. Axencylinder in demselben in die Röhre sich fortsetzend. 3. Vom Rückenmark des Menschen frisch mit Serum, *a*. Hülle, *b*. Markscheide doppelt contourirt, *c*. Axencylinder. 4. Doppelt contourirte Faser des *Ventriculus IV*. des Menschen; der Axencylinder *a* hervorstehend und in der Faser sichtbar. 5. Zwei isolirte Axencylinder aus dem Mark, der eine wellenförmig, der andere ungleich dick, mit anhängendem Mark.

zusatz oft wie aus kleinen isolirten oder netzförmig vereinten Stäbchen gebildet. Auch durch Druck verändert sich das Nervenmark sehr leicht. Einmal fliesst es aus den Enden der Röhren oder aus bruchsackartig hervorgetriebenen und berstenden Theilen der Scheide heraus und bildet grössere oder kleinere Tropfen von allen möglichen Formen, von regelmässigen Kugeln, Keulen, Spindeln, Cylindern, Fäden bis zu den bizarresten Gestalten, welche ebenfalls nur an der Oberfläche oder ganz gerinnen und daher wie die Nervenfasern doppelt contourirt, halb oder ganz krümelig erscheinen. Aber auch in den Röhren drin ändern sich seine Formverhältnisse, indem es statt wie früher ganz gleichmässig in Gestalt eines Cylinders durch dieselben verbreitet zu sein, stellenweise in grösseren Massen sich anhäuft. So entstehen die vielbesprochenen varicösen Nervenröhren (Fig. 149), in denen das Mark bald zierliche, rosenkranzartige Anschwellungen, bald verschieden grosse ungleichmässig vertheilte Knoten, ja selbst stellenweise gänzliche Unterbrechungen besitzt. Alle diese Formen, an denen die Scheide häufig Antheil nimmt, häufig auch nicht und die centrale Faser sich nicht betheiligt, sind künstlich entstanden und bilden sich besonders leicht an den feineren Fasern und denen mit zarterer Scheide, wie sie in den Centralorganen sich finden.

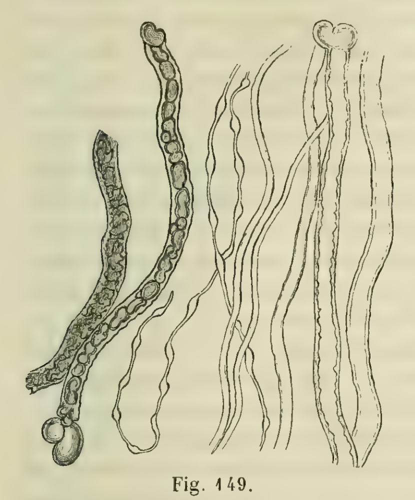


Fig. 149.

Die centrale oder Axenfaser der Nervenröhren (Primitivband oder Primitivschlauch *Remak*, *Cylinder axis Purkyně*) (Fig. 148. 2, 3, 4, 5. Fig. 150. 1) ist eine drehrunde oder leicht abgeplattete Faser, welche an unveränderten ganzen Nervenröhren eben so wenig als die Scheide sich erkennen lässt, da sie rings von dem Mark umflossen ist und das Licht gerade ebenso bricht, wie dieses, dagegen leicht zum Vorschein

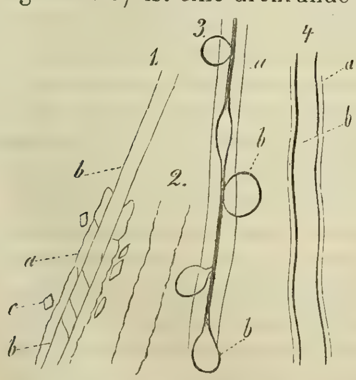


Fig. 150.

Fig. 149. Nervenröhren des Menschen, 350mal vergr., und zwar vier feine, davon zwei varicös, eine mitteldicke, einfach contourirte, und eine dicke, davon zwei doppelt contourirt und zwei mit krümligem Inhalt.

Fig. 150. Nervenfasern 350mal vergr. 1. Vom Frosch mit Alkohol und Essigsäure gekocht. *a*. Scheide, *b*. Axencylinder, *c*. Krystalle (Fett?). 2. Isolirte Scheide eines mit Natron gekochten Froschnerven 3. Vom Boden des *Ventriculus IV*. des Menschen nach Behandlung mit Natron, *a*. Scheide, *b*. Mark in Tropfen ausfliessend, der Axencylinder fehlt (ist durch das Präpariren ausgezogen) und der innere Streifen ist Mark. 4. Von der Wurzel des Abducens des Menschen mit Natron, *a*. Scheide, *b*. Mark. Axencylinder nicht sichtbar.

kommt, wenn man die Nervenröhren zerreisst oder mit verschiedenen Reagentien behandelt, und sich so theils im Innern der Röhren, theils isolirt als ganz constantes Gebilde erkennen lässt. Im natürlichen Zustande ist dieselbe blass, meist homogen, seltener fein granulirt oder fein streifig, von geraden oder hie und da unregelmässigen blassen Contouren begrenzt und meist überall von gleicher Dicke; sie zeichnet sich vor dem Nervenmark besonders dadurch aus, dass sie, obschon weich und biegsam, doch nicht flüssig und klebrig, sondern elastisch und fest ist, etwa wie geronnenes Eiweiss, mit dem sie auch in ihren chemischen Characteren am meisten übereinzustimmen scheint. Man findet diesen sogenannten Axencylinder in allen Nervenfasern mit Nervenmark, auch in den feinsten, und überall mit denselben Eigenschaften, und entspricht derselbe in seiner Dicke beiläufig der Hälfte oder dem Dritttheil des Durchmessers der Nervenfasern.

Die Nervenröhren, an denen die drei geschilderten Gebilde unterschieden werden können und die wir als markhaltige oder dunkelrandige bezeichnen wollen, bilden zwar die überwiegende Mehrzahl derer, die im Körper sich finden, allein es gibt ausser denselben noch einige Formen, die eine nähere Bezeichnung verdienen. Es sind dies Nervenröhren, an denen jede Spur eines Nervenmarkes fehlt, die dagegen eine Nervenscheide und einen der Axenfaser der anderen Röhren bald ganz gleichen, bald ähnlichen helleren Inhalt besitzen. Solche marklose Nervenfasern finden sich erstens als Anhänge der markhaltigen, da, wo dieselben mit Nervenzellen in Verbindung stehen, dann als längere selbständige Fasern in Gestalt der sogenannten Fortsätze der Nervenzellen der Autoren, endlich an den Endigungen der dunkelrandigen Nerven; dieselben zerfallen wiederum in einige Unterabtheilungen, je nachdem sie Kerne halten oder nicht und einen mehr oder minder durchsichtigen, mehr oder weniger consistenten Inhalt führen. Nimmt man hinzu, dass auch die dunkelrandigen Fasern theils in Bezug auf die Zartheit oder Festigkeit ihres Baues, theils in Bezug auf die Durchmesser, die von 0,0005—0,01''' und darüber gehen, sehr variiren, so dass man dieselben in feine und grobe, in zarte und feste eintheilen kann, so ergibt sich, dass die Nervenröhren trotz ihres allgemeinen Characters von Röhren doch nach verschiedenen Seiten ziemlich weit von einander abweichen.

Die neueste Zeit hat einige Mittheilungen gebracht, welche auf die allerfeinsten Structurverhältnisse der Nervenelemente sich beziehen. Vor Allem hat *Stilling* in einer grossen Arbeit den Fasern und Zellen einen äusserst complicirten Bau zugeschrieben. Mark und Scheide, Kern, Zellinhalt und Zellmembran der Zellen sollen aus anastomosirenden feinen Röhrchen bestehen, die bei den Fasern im Innern das Nervenmark enthalten und mit diesen Röhrensystemen sollen auch die je aus 3 Theilen zusammengesetzten Axencylinder und Kernkörperchen durch Röhren sich verbinden Ausserdem würden solche Röhrchen auch noch benachbarte Primitivfasern und Zellen unter einander verbinden. *Jacubowitssh* ferner findet auf Querschnitten von Nervenröhren um den Axencylinder herum eine spiralige Umhüllung, in deren Zwischenräumen das Nervenmark enthalten sei, welche Umhüllungen bei benachbarten Nervenröhren zusammenhängen und Bindegewebe seien. — Soll

ich über *Stilling's* Angaben eine Meinung äussern, so muss ich voran stellen, dass man meiner Ueberzeugung nach bei Würdigung von Angaben, die sich auf feinere Structurverhältnisse von Theilen beziehen, die man bisher für einfach hielt, nicht vorsichtig genug zu Werke gehen kann. Wenn man sich erinnert, was die neuesten Erfahrungen über den Bau der Darmcylinder und der Eihüllen (Poren), des electrischen Organs (Endnetze), der blassen Nervenfasern (Zusammensetzung aus feineren Fäserchen [Siehe §. 114]) zu Tage gefördert haben, und wenn man ferner bedenkt, dass die Annahme einer bestimmten Anordnung der letzten Molecüle aller organischen Formgebilde unabweisbar ist, so wird man sich wohl hüten über Angaben der Art, und wenn sie auch so weit gehen, wie die von *Stilling*, vorschnell ein Urtheil zu fällen. Immerhin ist es der Kritik gestattet dieselben zu beleuchten und erlaube ich mir daher vorzubringen, dass ich weder an eigenen, noch an den Präparaten von *Stilling* selbst, die derselbe mir zu zeigen die Güte hatte, irgend wie die Ueberzeugung zu gewinnen im Stande war, dass die von *Stilling* gemeinten und abgebildeten Theile röhrige Elemente seien. Ueberhaupt muss ich für einmal selbst gegen das Vorkommen der fraglichen Bildungen als Theile der normalen Nervenfasern und Zellen mich aussprechen, ohne hiermit weiteren Untersuchungen den Weg abschneiden zu wollen. *Jacubowitsch's* Annahmen anlangend, so richten sich dieselben von selbst und scheint es mir nicht nöthig, weiter bei denselben zu verweilen.

Die von *Schwann* entdeckte Hülle oder Scheide der Nervenröhren ist beim Menschen nur selten, wie an den Wurzeln gewisser Hirnnerven und der Rückenmarksnerven ohne Reagentien zu sehen, dagegen gelingt ihre Darstellung leicht durch Kochen der Nerven in *Alcohol absolutus* und nachher in Essigsäure (Fig. 150. 1) oder Behandlung mit *Natron causticum* in der Kälte; durch Kochen solcher Nervenfasern in Natron bis zu einmaligem Aufwallen der Flüssigkeit gelingt es auch leicht, viele längere Bruchstücke ganz leerer, etwas aufgequollener Nervenscheiden zu isoliren, welche im Zarten eine auffallende Aehnlichkeit mit leeren Röhren der *Membranae propriae* der Nierencanälchen haben (Fig. 150. 2). Am schönsten aber sieht man die Scheiden durch rauchende Salpetersäure und nachherigen Zusatz von *Kali causticum*. In diesem Falle tritt das Fett der Markscheiden in blassen Tropfen aus den Röhren heraus, die Axencylinder werden gelöst und es bleiben die gelb gefärbten Scheiden leer, weiter und mit aufgequollenen Wandungen von 0,0004—0,0008''' Dicke zurück. Ob auch die feinsten Nervenröhren der Centralorgane und der peripherischen Nerven (unter 0,002''') eine structurlose Scheide besitzen, ist noch unentschieden. Die Analogie mit den gröberen Fasern spricht für die Existenz von solchen Scheiden, allein es gibt auf der andern Seite auch einige Thatsachen, die zu beweisen scheinen, dass es auch hüllenlose markhaltige und marklose Nervenprimitivfasern gibt. Bei Froschlarven bilden sich mehrere dunkelrandige Fasern in einer und derselben durch Verschmelzung von Zellmembranen gebildeten structurlosen Scheide und Aehnliches findet sich, wenigstens nach *R. Wagner's* Abbildungen, auch im elektrischen Organe von Torpedo, in welchen Fällen kaum besondere Hüllen an den einzelnen Röhren angenommen werden können. In der neuesten Zeit hat auch *Stannius* (Gött. Nachr. 1850) bei Petromyzon gefunden, dass die Nervenfasern der Centralorgane weder Hülle noch Mark besitzen und so zu sagen nichts als freie Axenfasern sind, wogegen *Stilling* (Bau der Nervenfasern etc. p. 13) bei sehr starken Vergrösserungen hier eine Hülle gesehen haben will. Wenn man nun auch zugibt, dass die Unmöglichkeit der Nachweisung von Hüllen die Nichtexistenz derselben noch keineswegs mit Bestimmtheit darthut, so verdienen doch die angegebenen Facta alle Beachtung und wird man bis auf weiteres in dieser Frage aller Schlüsse nach Analogie sich zu enthalten haben.

An der Innenseite der Scheide, zwischen ihr und dem Mark, finden sich an vielen Nervenfasern, vielleicht bei den meisten peripherischen dunkelrandige Nerven, Kerne (*Schiff*), welche denen entsprechen, die man bei embryonalen Nerven (siehe unten), bei Fischen (in electrischen Organen), in Nervenendigungen und in blassen Nerven (Olfactorius z. B.) so leicht sieht.

Um die Markscheide oder das Nervenmark in seinem normalen Verhalten zu sehen, muss man einen Nerven eines eben getödteten Thieres ohne Zusätze schnell unter das Mikroskop bringen, in welchem Falle man immer einzelne Fasern ganz unverändert sieht, jedoch durch das Eintrocknen der Nerven sehr schnell gestört wird. Ausserdem ist noch zu empfehlen die Beobachtung der Nerven in durchsichtigen Theilen eben getödteter oder lebender Thiere (Nickhaut, Schwimmhaut des Frosches, Schwänze der Froschlarven), ihre Betrachtung auf erwärmten Glasplatten *(Stark)* und nach Behandlung mit Chromsäure, welche namentlich die Hirnfasern oft untadelig erhält.

Die schon von *Fontana* gesehene centrale Faser der Nervenröhren, welche wir jedoch erst durch *Remak* als Primitivband und durch *Rosenthal* und *Purkyně* als *Cylinder axis* genauer kennen gelernt haben, ist unstreitig der am schwierigsten zu erforschende und der am wenigsten gekannte Theil der Nervenröhren. Vor einigen Jahren noch gab es nur Wenige, wie *Hannover* und *J. Müller*, die unbedingt an *Remak* und *Purkyně* sich anschlossen, welche den Axencylinder als constantes Gebilde auch in frischen Nerven annehmen, während die Meisten den Ansichten von *Valentin* (Repert. 1838. S. 76. 1839. S. 79) und *Henle* (Allg. Anat.) huldigten, die denselben als eine nicht immer vorkommende oder doch als eine secundäre, erst im Tode entstandene Bildung auffassen und als den nicht geronnenen centralen Theil des im Leben homogenen Inhaltes der Nervenröhren ansehen. Seit jedoch in der neuesten Zeit die centrale Faser der Nervenröhren durch mich einer genaueren Untersuchung unterzogen wurde (Mikr. Anat. II. 1. p. 399—404) möchte es wohl als ausgemacht betrachtet werden dürfen, dass dieselbe ein integrirender Bestandtheil der lebenden Nervenröhren ist. Die wichtigsten dieselbe betreffenden Thatsachen sind folgende:

In menschlichen Nervenfasern ist im Gehirn und Mark, wie man sie gewöhnlich zur Untersuchung erhält, der Axencylinder bei genauerer Nachforschung überall und sicher zu erkennen und zwar am allerleichtesten in den Centraltheilen, wo der Mangel von Neurilem und die Zartheit der Nervenscheiden dem Zerreissen der Röhren wenig Hindernisse setzt. Man sieht denselben hier selbst an den nahezu feinsten Röhren. Meist verläuft derselbe ganz gerade von zwei parallelen blassen Contouren begrenzt, ist hie und da auch stellenweise dicker oder schmäler (Fig. 148. 5), jedoch nie mit Varicositäten wie die Nervenröhren, ferner gebogen, selbst leicht wellenförmig gekrümmt, auch wohl mit einer unregelmässigen, selbst zackigen Contour. Behandelt man frische Nervenfasern eines eben getödteten Thieres mit passenden Reagentien, so tritt die Axenfaser augenblicklich hervor. Betupft man einen dünnen Hautnerven des Frosches, während man ihn mit einer 100maligen Vergrösserung betrachtet, mit einem Tropfen *Acid. aceticum glaciale* oder *concentratum*, so sieht man im Nu, während der Nerv sich verkürzt, an den beiden Schnittenden grosse Stücke der krümlich gewordenen Markscheide und viele Axencylinder als blasse, helle aufgequollene Fasern heraustreten. Ebenso schön bringt auch Alkohol und Aether den Axencylinder, nur geschrumpft und fester zum Vorschein, namentlich beim Kochen. Ebenso wirkt auch der Aether. Die Markscheiden werden durch diese beiden Reagentien blasser und krümelig, und die Krümel erscheinen oft wie zu zierlichen Netzen verbunden. — Ausser durch die genannten Reagentien stellen sich die Axenfasern noch vorzüglich schön dar durch Chromsäure *(Hannover)*, Sublimat *(Purkyně, Czermák)* und Gallussäure, vorzüglich nach längerem Verweilen der Nerven in diesen Flüssigkeiten. *Czermák* hat im Acusticus des Störes aus sich theilenden Nervenfasern durch Sublimat auch gabelförmig gespaltene Axencylinder dargestellt. Auch Jod oder Jod mit Jodwasserstoffwasser *(Lehmann)* wirkt ausgezeichnet. Salzsäure, Schwefelsäure und rauchende Salpetersäure bringen den Axencylinder ebenfalls in gewissen Fällen zum Vorschein *(Lehmann)*.

Die chemische Beschaffenheit anlangend, so quillt die centrale Faser in concentrirter Essigsäure sehr bedeutend auf, löst sich jedoch schwer und ist selbst nach mehrere Minuten fortgesetztem Kochen, wenn auch blass, doch immer noch unverändert. Länger mit Essigsäure gekocht, löst sich dieselbe gerade wie auch geronnenes Eiweiss, dagegen bleiben die Hüllen und etwas Contentum ungelöst. Alkalien (Kali, Natron, Ammoniak) greifen in der Kälte den Axencylinder nur langsam an, doch wird derselbe in Natron augenblicklich sehr blass und quillt bis zu 0,004, 0,005 ja 0,006''' auf. Längeres Verweilen in Natron löst denselben auf, und dasselbe geschieht beim Kochen schon nach dem ersten Aufwallen der Flüssigkeit. In rauchender Salpetersäure geht er nach Kurzem, in weniger als einer halben Minute, zu Grunde, gerade wie dies auch mit geronnenem Eiweiss der Fall ist. Mit Salpetersäure und Kali behandelt wird der Axencylinder gelb (Xanthoproteinsäure) und ist spiralig zusammengezogen in den ebenfalls jedoch minder verkürzten Nervenröhren zu sehen. Dagegen wird er durch Zucker und concentrirte Schwefelsäure, welche geronnenes Eiweiss roth färben, nicht tingirt, sondern nimmt höchstens einen gelblichen oder schwach röthlichen Schein an. In Wasser verändert sich der Axencylinder nicht, auch nicht beim Kochen, in welchem Falle er leicht sich isolirt und etwas geschrumpft erscheint, durch Aether und Alkohol wird er selbst beim Kochen nicht gelöst, schrumpft jedoch etwas zusammen. Das Letztere geschieht auch durch Sublimat, Chromsäure, Jod und kohlensaures Kali. Nehmen wir alle diese Reactionen zusammen, so möchte sich wohl mit Bestimmtheit ergeben, dass der Axencylinder eine geronnene Proteinverbindung ist, die jedoch vom Faserstoff sich unterscheidet, indem sie in kohlensaurem Kali und Salpeterwasser sich nicht löst und in Essigsäure und kaustischen Alkalien viel mehr resistirt. Mit der Substanz, welche die Muskelfibrillen bildet, stimmt dieselbe dagegen durch ihre Elasticität und Unlöslichkeit in kohlensaurem Kali überein, unterscheidet sich jedoch von ihr durch ihre Unlöslichkeit in verdünnter Salzsäure und ihre Schwerlöslichkeit in Essigsäure (ich, *Lehmann*).

Der Schluss, der aus diesen Thatsachen sich ziehen lässt, scheint mir einfach der, dass der Axencylinder kein Kunstproduct ist, sondern als wesentlicher Bestandtheil der lebenden Nerven angenommen werden muss, und halte ich den Zustand, in welchem wir die Axenfaser in menschlichen Nerven und Centralorganen bei Zusatz von Blutserum, Eiweiss, *Humor vitreus* zur Anschauung erhalten, für denjenigen, der die Verhältnisse, wie sie im Leben sich finden, am treusten wiedergibt.

Mit Bezug auf die Natur der Axenfasern hat *Remak* neulich die Behauptung ausgesprochen, dass dieselben im Leben Röhren seien und sie deshalb Axenschläuche genannt. Die sehr dünne aber feste Wand derselben zeige regelmässige Längsfaserung, während im Innern keine Fasern zu bemerken seien. Ich habe mir bisher in keiner Weise die Ueberzeugung zu verschaffen vermocht, dass die Axencylinder eine besondere Hülle und Inhalt haben. Nie, auch bei den verschiedensten Behandlungen nicht, sah ich einen allfälligen Inhalt hervortreten oder eine Scheide deutlich werden, vielmehr erschienen mir dieselben immer als solide Fasern. Wirkliche Varicositäten zeigen die Axencylinder nie (*Remak* zieht unpassender Weise die Opticusfasern der Retina zu den Axenschläuchen) und die schon von mir angegebene feine Streifung, die dieselben manchmal darbieten, beweist doch offenbar nichts für ihren röhrigen Bau.

Marklose Nervenfasern finden sich an vielen Orten. Ich rechne zu denselben 1) die blassen Fasern in den Pacinischen Körperchen, 2) die kernhaltigen blassen Fasern in den Enden der Geruchsnerven, 3) die ganz durchsichtigen kernlosen Nervenfasern in der Cornea, 4) die blassen, verästelten und zum Theil anastomosirenden Nervenenden im electrischen Organ von Torpedo und Raja (*R. Wagner*, *Ecker*, ich), 5) die ähnlich beschaffenen Nervenenden in der Haut der Nager (siehe p. 108), 6) die blassen Fortsätze der Nervenzellen der Centralorgane und Ganglien, auch wenn dieselben nicht alle in dunkelrandige Fasern übergehen sollten, 7) die Opticusfasern in der Retina und die *Müller*'schen Fasern derselben, die Nervenenden in der Schnecke, 8) die Nervenfasern der meisten Wirbellosen und einiger Fische. — Diese Nervenfasern entsprechen alle embryonalen Fasern, finden sich jedoch auf verschiedenen Stadien der Entwickelung und können auf keinen Fall ohne Weiteres mit Axencylindern verglichen werden, wie dies in neuerer Zeit bei manchen derselben geschehen ist (*R. Wagner*,

Bidder). Die kernhaltigen Röhren im Geruchsorgan stehen vollkommen auf der Stufe embryonaler Fasern, ebenso allem Anscheine nach die blassen Verästelungen im electrischen Organ und stimmt der krümliche weiche Inhalt der ersten sehr wenig mit einer Axenfaser überein; in den Pacinischen Körperchen bietet sich der Inhalt der blassen Fasern, denn eine Scheide ist wohl auch hier vorhanden, eher wie ein Axencylinder dar; in der Cornea ist des Contentum der glashellen Endröhren allem Anscheine nach mehr flüssig, ebenso in der Retina der Inhalt der Opticusfasern, an denen keine Spur eines Axencylinders zu erkennen ist. Dagegen bestehen die Fortsätze der Nervenzellen, mögen sie eine zarte Hülle besitzen oder nicht, aus einer Substanz, die oft fast ganz einem Axencylinder gleicht, andere Male aber auch zarter ist als diese und mit dem Contentum der Nervenzellen übereinstimmt.

§. 114.

Die Nervenzellen, *Cellulae nerveae,* (Belegungskörper, Nervenkörper, *Valentin*) (Fig. 151), sind kernhaltige Zellen, welche in grosser Zahl in der grauen oder gefärbten Substanz der Centralorgane, in den Ganglien und hie und da auch in Nervenstämmen und in den peripherischen Ausbreitungen der Nerven (*Retina*, Schnecke, Vorhof) sich finden. Die Nervenzellen besitzen alle äussere Bekleidung eine zarte structurlose Membran, welche in den Zellen der Ganglien (den Ganglienzellen, Ganglienkugeln, Ganglienkörpern) mit Leichtigkeit nachzuweisen ist, sehr schwer an denen der Centralorgane; doch gelingt es auch hier, unter Zuziehung von Reagentien, an den grösseren Zellen die Membran ziemlich bestimmt zu sehen, wogegen bei den kleinsten, gerade wie bei den feinsten Nervenröhren eine solche, wenn auch vielleicht vorhanden, doch nicht zu beobachten ist. Der Inhalt der Nervenzellen ist eine weiche, aber zähe, elastische Masse, die, abgesehen von dem

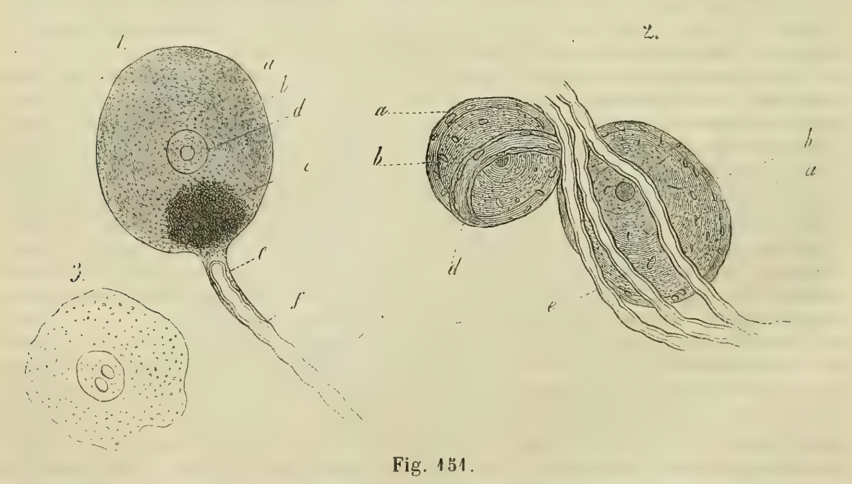


Fig. 151.

Fig. 151. Nervenzellen 350mal vergr. aus dem Acusticus. 1. Nervenzelle mit Faserursprung aus der Anastomose zwischen Facialis und Acusticus im *Meat. aud. int.* des Ochsen, *a.* Membran der Zelle, *b.* Inhalt, *c.* Pigment, *d.* Kern, *e.* Fortsetzung der Scheide auf die Nervenfaser, *f.* Nervenfaser. 2. Zwei Nervenzellen mit Fasern aus dem *N. ampull. infer.* des Ochsen, *a* Scheide mit Kernen, *b.* Membran der Zellen, *d.* eine entspringende Faser mit kernhaltiger Scheide. 3. Isolirter Inhalt einer Ganglienzelle mit Kern und zwei Nucleolis. Diese Zeichnungen verdanke ich der Güte des Herrn Marquis *Corti.*

Zellenkern, aus zwei Theilen besteht, erstens aus einer hellen, homogenen, leicht gelblichen oder farblosen Grundmasse, welche die physikalischen Eigenschaften des Nervenzelleninhalts bedingt und grösstentheils eine Proteinverbindung ist und zweitens aus feinen Körnchen verschiedener Art. In den ungefärbten Nervenzellen sind dieselben in Gestalt gleichmässig grosser, rundlicher, meist sehr feiner und blasser, seltener dunklerer und grösserer Körperchen durch den ganzen Inhalt bis ins Innere verbreitet und in die zähe Grundsubstanz eingebettet, während in den gefärbten Zellen statt ihrer mehr oder weniger gelbliche, braune oder schwarze Körperchen sich finden. Diese letzteren sind meist grösser und liegen gewöhnlich an einer Stelle der Zelle in der Nähe des Kernes in einem Klumpen dicht beisammen; andere Male erfüllen sie die gesammte Zelle nahezu ganz und geben ihr vollkommen das Ansehen einer braunen oder schwarzen Pigmentzelle. Mitten in diesem Inhalte liegt der Zellenkern als ein meist sehr klar hervortretendes kugelrundes Bläschen mit deutlicher Wand, ganz hellem flüssigem Inhalte und einem oder seltener mehreren dunklen, grossen, hie und da mit einer Höhlung versehenen Kernkörperchen.

Die Grösse der Nervenzellen ist sehr verschieden; es gibt auch hier, wie bei den Fasern, grosse und kleine und Mittelformen. Die Extreme für die Zellen sind 0,002—0,003''' und 0,05—0,06'''. Die Kerne, die den Zellen meist entsprechen, messen von 0,0015—0,008''', die Kernkörperchen 0,0005—0,003'''. Ausserdem unterscheiden sich die Nervenzellen noch 1) in zartwandige und dickwandige, von denen die ersteren fast alle im Mark und Hirn sich finden und 2) in selbständige Zellen und in Zellen mit blassen Fortsätzen, welche zu einem, zweien und mehreren (uni-, bi-, multipolare Zellen) und häufig ramificirt sich finden und indem sie selbst die Bedeutung von marklosen Nervenfasern haben, vielleicht alle theils in dunkelrandigen Nervenfasern sich fortsetzen, theils zur Verbindung der Nervenzellen unter sich dienen.

Ausser den Nervenzellen finden sich in der grauen Substanz der höhern Centralorgane als constante Bestandtheile auch eine feinkörnige blasse Substanz, die mit dem Inhalte der Zellen die grösste Aehnlichkeit hat, und ausserdem verschiedene Formen von Bindesubstanz (Siehe unten). Aehnliche Elemente enthalten auch die Retina und nach *Wagner* und *Robin* die Ganglien der Plagiostomen.

Die Nervenzellen sind einfache Zellen, als welche sie schon von *Schwann* aufgefasst wurden; dies beweist ihre Form, ihre chemische Zusammensetzung und ihre Entwickelung deutlich und klar. Wenn *Bidder* neulich (l. c.) von der Thatsache ausgehend, dass an manchen Orten die Ganglienzellen an zwei Enden mit dunkelrandigen Nervenfasern in Verbindung stehen, die Ansicht aufstellt, dass dieselben als hüllenlose Massen in Erweiterungen von Nervenröhren eingebettet seien, so hat derselbe die Nervenzellen übersehen, die keine Fasern abgeben, die ganz dieselbe Hülle besitzen, wie die mit Faserursprüngen, und nicht beachtet, dass es auch Nervenzellen mit Einer und solche mit vielen Faserursprüngen gibt, bei denen seine Anschauungsweise ganz unnatürlich wird, endlich, dass die Entwickelungsgeschichte die Bildung einer Nervenzelle *in toto*, mag sie nun Faserursprünge besitzen oder nicht, aus einer einfachen Zelle beweist. — In der neuesten Zeit schreibt *Remak* dem Inhalt der Nervenzellen in den

Ganglien von Rochen noch eine besondere Hülle zu, die in die Hülle der sogenannten Axenschläuche sich fortsetze, während die eigentliche Zellmembran derselben in die structurlose Nervenscheide übergehe; zugleich beschreibt er auch wie schon früher (*Müll.* Arch. 1844. p. 469) an Chromsäurepräparaten den Inhalt der Nervenzellen als streifig wie fibrillär, und lässt diese Fibrillen mit denen in den Hüllen der Axenschläuche sich verbinden. Beide Angaben verdienen genauere Prüfung, die erste mit Hinsicht auf die in der neuesten Zeit gemachten Erfahrungen über zwei Zellmembranen, die letzte namentlich mit Bezug auf die Beobachtungen von *M. Schultze* über die Zusammensetzung der grauen Fasern des Olfactorius aus feineren Fäserchen und die Erfahrungen von *Remak*, *Leydig*, *Häckel* über die Nerven der Wirbellosen, aus denen hervorzugehen scheint, dass der Nervenröhreninhalt ganz oder theilweise wie aus feinen Fäserchen bestehen kann. Ueber *Stilling's* Ansichten siehe den vorigen §. Mehrere Autoren beschreiben Verbindungen von Kern oder Kernkörperchen der Ganglienzellen oder von beiden mit den entspringenden Nervenröhren, so *Harless* (*Müll.* Arch. 1846), *Axmann* (*de gangl. syst. struct.* Fig. 6—10), *Lieberkühn* (*de gangl. str. penit.*) und *G. Wagener* (Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII). Obschon ich mit Bezug auf diese Angelegenheit vorläufig eher den Bedenken, die *Stilling* äussert, mich anschliessen muss, wenigstens bis jetzt noch keine Bilder fand, die für solche Verbindungen sprechen, so bin ich doch nicht gemeint, dieselben läugnen zu wollen und empfehle ich diese Fragen dringend zur weiteren Prüfung. — Ob die Nervenzellen der grossen Centralorgane Membranen besitzen oder nicht, ist noch nicht entschieden. *Stannius* konnte dieselben bei den Neunaugen nicht finden und *R. Wagner* stimmt für die Nervenkörper der electrischen Lappen der Zitterrochen bei. Ich glaube an den grossen vielstrahligen Körpern im Rückenmark und kleinen Gehirn des Menschen und auch hie und da an andern eine Membran zu sehen, gebe jedoch gern zu, dass an allen kleineren und an den Fortsätzen der centralen Zellen überhaupt eine Hülle nicht zu demonstriren ist. Dies scheint mir jedoch noch nicht hinreichend, um ihre Existenz zu leugnen und glaube ich, dass man hier wie bei den feinsten Nervenröhren vorläufig noch eines bestimmten Urtheiles sich zu enthalten hat. — Die Fortsätze der Nervenzellen im Hirn und Mark, die *Purkyně* zuerst gesehen, werden bei den Centralorganen näher geschildert und dort auch die Frage erörtert werden, wie dieselben zu den centralen Fasern sich verhaltan. In den Ganglien sind Zellen mit verästelten Fortsätzen selten, und an ihrer Stelle finden sich nur solche mit einem oder zwei, selten drei oder vier blassen Anhängen, die in dunkelrandige Röhren sich fortsetzen.

Centrales Nervensystem.

§. 115.

Rückenmark. Die nervösen Elemente sind im Rückenmark so vertheilt, dass die äussere weisse Substanz desselben so zu sagen ausschliesslich von Nervenröhren, der graue Kern mit seinen Ausläufern, den Hörnern, dagegen fast zu gleichen Theilen aus Nervenröhren und Nervenzellen gebildet wird. Ausserdem findet sich noch durch den ganzen Mark eine gewisse Menge von Bindesubstanz.

Die weisse Substanz des Rückenmarks kann für die Beschreibung am passendsten in hergebrachter Weise in zwei Hälften und jede derselben in drei Stränge getheilt werden. Die Vorderstränge, *Funiculi anteriores,* werden nach innen durch die in der ganzen Länge des Markes sich erstreckende *Fissura anterior,* in welche ein gefässreicher Fortsatz der *Pia mater* sich einsenkt, fast ganz von einander getrennt, hängen jedoch im Grunde der Spalte durch die vordere oder weisse Commissur *(Comm. alba)* unter sich zu-

sammen; nach aussen reichen sie bis zur Austrittsstelle der vorderen Wurzeln oder bis zum *Sulcus lateralis anterior,* hängen jedoch hier unzertrennlich mit den Seitensträngen, *Funiculi laterales*, zusammen, die da, wo der *Sulcus lateralis posterior* liegt, wiederum ohne Grenze in die hinteren Stränge übergehen. Diese, *Funiculi posteriores*, stossen zwar in der hinteren Mittellinie scheinbar zusammen, indem die von Manchen angenommene hintere Längsspalte, mit Ausnahme der Lendenanschwellung und der obern Cervicalgegend, beim Menschen nicht existirt, sind aber doch in der ganzen Ausdehnung des Markes durch sehr zahlreiche, in der hinteren Mittellinie bis zum grauen Kern eindringende Gefässe und sie begleitendes Bindegewebe so von einander getrennt, dass ihre Elemente an den meisten Orten einander nicht einmal berühren, und wo dies noch der Fall ist, nur juxtaponirt sind und durchaus nie in einander übergehen. Es stellt mithin die weisse Substanz des Markes zwei nur durch die vordere weisse Commissur vereinte Hälften dar, von denen jede mehr künstlich in drei Stränge zerfällt, welche die zwischen den Hervorragungen der grauen Substanz befindlichen Vertiefungen ausfüllen.

Die graue Substanz besitzt einen mittleren Theil von mehr bandartiger Gestalt und vier seitlich von demselben ausgehende Blätter, so dass der Querschnitt derselben ein Kreuz bildet. Der mittlere Theil oder die graue Commissur, *Com. grisea*, enthält beim Erwachsenen in den meisten Fällen einen Canal, wie er beim Fötus sich findet, mit cylindrischem Epithel und um denselben eine graue Masse, den von mir sogenannten centralen grauen Kern, *Stilling's Subst. gelatinosa centralis*, den ich mit *Virchow* zum *Ependyma* der *Canalis spinalis* zähle und centralen Ependymfaden nennen will. Vor und hinter diesem Faden finden sich querlaufende Nervenfasern, von denen die vorderen am besten zur *Commissura anterior* gezählt werden, während die hinteren die *Commissura grisea s. posterior* darstellen. Von den Blättern, auf dem Querschnitte auch Hörner genannt, sind die vorderen kürzeren und dickeren, *Laminae griseae anteriores, Cornua anteriora*, gleichmässig grau aus grösseren und kleineren Nervenzellen und zarteren und mittelfeinen Nervenfasern gebildet, die hinteren längeren und schlankeren, *Laminae posteriores*, *Cornua posteriora*, an ihrem Ursprunge so gebildet, wie die vorderen, nur meist mit kleineren Zellen, am hinteren Ende an den hinteren

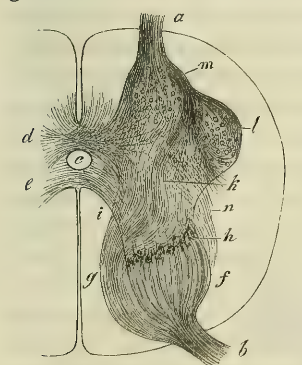


Fig. 152.

Fig. 152. Querschnitt der Lendenanschwellung des Rückenmarks eines Kindes, etwa 25mal vergr. *a* Vordere Wurzel, *b.* hintere Wurzel, *c.* Centralcanal, *d. Commiss. anterior*, *e. Commissura posterior*, *f. Subst. gelatinosa*, *g.* Fasern der hinteren Wurzel die durch die hintern Stränge treten, *h.* Ebensolche Fasern, die vor der *Subst. gelatinosa* zu longitudinalen Elementen werden, *i.* Uebergang eines Theiles der Fasern *g* in die vord. Commissuren, *k.* Uebergang eines andern Theiles dieser Fasern *g* in das Vorderhorn und scheinbarer Zusammenhang mit den motorischen Wurzeln, *l.* äussere Zellensäule der Vorderhörner, *m.* innere Zellensäule dieser Hörner, *h.* Fasern der hintern Wurzeln, die durch die Seitenstränge ziehen.

Rändern dagegen mehr weniger weit, von einer helleren Schicht mit vorwiegend kleineren Zellen, der *Substantia gelatinosa (Rolando)*, bekleidet. Von den Wurzeln der Rückenmarksnerven dringen die vorderen zwischen den vorderen und seitlichen Strängen gerade auf die vorderen Hörner ein, und die hinteren verlieren sich zwischen den seitlichen und hinteren Strängen durch die *Substantia gelatinosa* durchtretend in den hinteren Blättern.

Den feineren Bau des Rückenmarks anlangend, so sind in der weissen Substanz 1) horizontale und 2) longitudinale Fasern zu unterscheiden. Letztere sind an allen Stellen, mit Ausnahme der vorderen Commissur, einem guten Theile nach ganz unvermischt mit horizontalen Fasern und verlaufen an der Oberfläche alle einander parallel, während sie in den tieferen, besonders den an die graue Substanz angrenzenden Theilen, untereinander sich verflechten oder feinere Bündel bilden. Dieselben nehmen von oben nach unten an Zahl ab, indem sie, wie später gezeigt werden soll, successive von innen her in die graue Substanz eintreten, und zeigen die allgemeinen Charactere der centralen Nervenröhren, d. h. Zartheit der Scheiden, Geneigtheit zur Bildung von Varicositäten und zum Zerfallen in einzelne Bruchstücke, die entweder aus allen ihren Theilen oder aus der Axenfaser oder aus der Markscheide bestehen. Ihr Durchmesser beträgt von 0,0012—0,0048‴, im Mittel 0,002—0,003‴. Die queren Fasern finden sich 1) in den Theilen der Seiten- und hinteren Stränge, die an die Hörner der grauen Substanz anstossen, deren Beschreibung unten bei der grauen Substanz folgt, 2) in der weissen Commissur und 3) an den Eintrittsstellen der Nervenwurzeln. Die weisse oder vordere Commissur (Fig. 152 *d*) mit Inbegriff der von mir früher als vordere graue Commissur bezeichneten Fasern ist z. Th. eine Commissur im gewöhnlichen Sinne des Wortes, z. Th. eine Kreuzung der Vorderstränge. Die Commissurenfasern laufen meist in horizontaler Richtung quer oder schief vor dem Centralcanale hin, wobei sie z. Th. deutlich sich kreuzen und strahlen pinselförmig in alle Theile der grauen Substanz in der Richtung gegen die drei weissen Stränge aus, wo wir dieselben wieder finden werden. Die sich kreuzenden Fasern werden von den jeweiligen tiefsten Nervenfasern der vorderen Stränge gebildet, welche, indem sie in schiefem Verlaufe nach innen sich umbiegen, vor den anderen Commissurenfasern oder vermengt mit denselben sich durchkreuzen und das vom rechten Vorderstrange kommende Bündel in das linke vordere Horn der grauen Substanz, das vom linken abstammende in das rechte Vorderhorn horizontal ausstrahlen. Die Dicke der *Comm. anterior* variirt und ebenso wechselt auch ihre Breite; am stärksten ist sie in der Gegend der zwei Anschwellungen, am schwächsten in der Mitte der Dorsalgegend des Markes. Die Breite richtet sich so ziemlich nach der Breite des Markes und des Grundes der vorderen Spalte, ist am stärksten an der Halsanschwellung und nimmt von hier nach beiden Seiten ziemlich gleichmässig ab. Die Fasern derselben messen 0,0012—0,003‴ und nehmen beim Ausstrahlen in die vorderen Hörner zum Theil deutlich an Durchmesser ab.

Die Wurzeln der Spinalnerven (Fig. 152 *a*. *b*) setzen im Allgemeinen in grösseren Bündeln vom *Sulcus lateralis anterior* und *posterior* aus horizontal oder schief zwischen den longitudinalen Fasern hindurch, um Alle

in die vorderen und hinteren grauen Blätter sich einzusenken, wo wir denselben wieder begegnen werden. Ihre Nervenröhren (in den hinteren Wurzeln zu $^{2}/_{3}$ von 0,004—0,008''', zu $^{1}/_{3}$ von 0,0012—0,003''', in den vorderen zu $^{3}/_{4}$ von 0,006—0,011''', zu $^{1}/_{4}$ von 0,0025—0,003''') besitzen, sowie sie ins Mark eingetreten sind, alle Charactere centraler Fasern und messen die stärkeren anfänglich noch zum Theil 0,004—0,006''' in den sensiblen, bis zu 0,008''' in den motorischen Wurzeln, verschmälern sich aber nachweisbar immer mehr, um schliesslich die Ersteren mit kaum mehr als 0,0012—0,0028''' Durchmesser, die Letzteren ebenfalls die meisten nicht stärker als 0,004''' (einzelne mit 0,006''') in die graue Substanz zu treten.

In der grauen Substanz verdienen die Nervenzellen und die Nervenröhren eine besondere Berücksichtigung. Die Ersteren kommen in sehr verschiedenen Formen vor, stimmen jedoch Alle darin überein, dass sie ohne Ausnahme und zwar meist mehrfache Ausläufer besitzen, welche schliesslich durch Verästelung in ganz feine blasse Fäserchen wie die feinsten Axenfasern auslaufen. Ich unterscheide 1) die der *Substantia gelatinosa*, welche bei einer Grösse von 0,004—0,008''' leicht gelblich sind und 1—3 Fortsätze und einfache Kerne haben. Neben diesen Zellen enthält die *Subst. gelatinosa* noch die durchtretenden Faserbündel der hinteren Wurzeln und viele andere ächte Nervenfasern (siehe unten).

Sehr entwickelte ausgezeichnete Nervenzellen sitzen 2) vorzüglich an der Spitze der vorderen Hörner, meist eine innere vordere und äussere hintere Gruppe bildend (Fig. 153 *l. m*), kommen aber auch in den übrigen Theilen

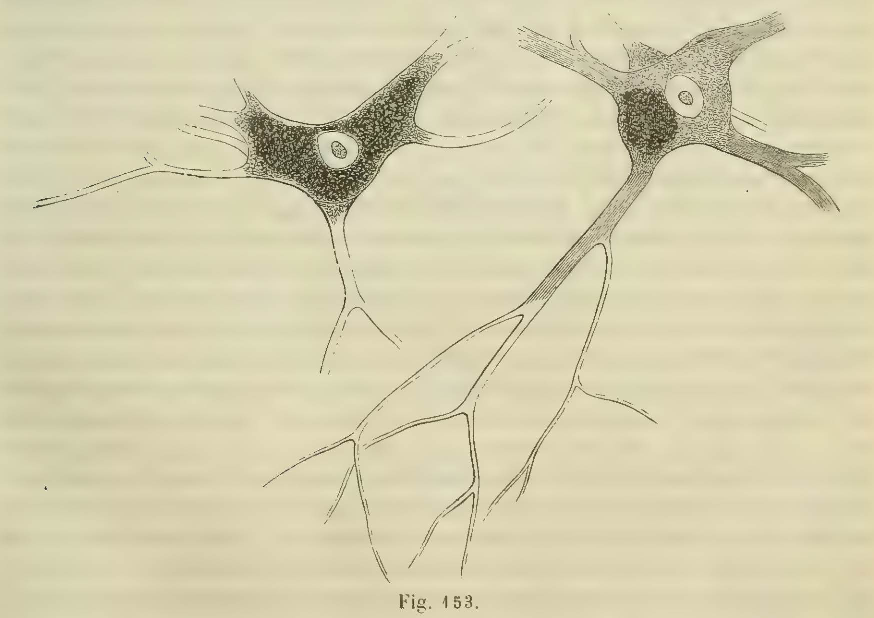


Fig. 153.

Fig. 153. Grosse Nervenzellen mit Fortsätze aus den vorderen Hörnern des Rückenmarkes des Menschen, 350mal vergr.

der vorderen Hörner vereinzelt vor. Alle diese Zellen (Fig. 153) sind 0,03—0,06''' gross, mit 0,005—0,008''' grossen Kernen, spindelförmig oder vieleckig, häufig braun pigmentirt und mit 2—9 und noch mehr verästelten anfangs häufig 0,004—0,005''' dicken Ausläufern versehen, die bis auf 0,1—0,24''' sich verfolgen lassen und schliesslich in feine Fäserchen auslaufen, die kaum stärker als 0,0004''' alle in der grauen Substanz drin liegen. 3) Findet sich am ganzen Dorsaltheile des Markes von der unteren Hälfte der Halsanschwellung bis zum zweiten Drittheile der Lendenanschwellung an der Aussenseite der vorderen Enden der Hinterhörner eine sehr deutlich markirte, auf Querschnitten rundliche Gruppe von Zellen, die ich die *Stilling*'schen Kerne heissen will *(Clarke's posterior vesicular columns)*. Die Zellen derselben sind etwas kleiner als die der vorderen Gruppen (von 0,02—0,04'''), sonst wie sie mit vielen vereinzelten Fortsätzen versehen, jedoch weniger pigmentirt (Fig. 154). 4) Ausser dieser besonderen Gruppe enthält die graue Substanz der Hinterhörner noch hie und da zerstreute einzelne grössere Zellen und finden sich 5) überall in der grauen Substanz besonders der Hinterhörner zerstreut auch kleinere ächte Nervenzellen bis zu solchen von 0,008''' Grösse, alle mit verästelten mehrfachen Fortsätzen, die, abgesehen von der Grösse, wie die andern beschaffen sind und daher keiner ausführlichen Beschreibung bedürfen.

Die Nervenröhren der grauen Substanz sind äusserst zahlreich, so dass sie auf jeden Fall die Hälfte derselben, wo nicht mehr ausmachen, und verhalten sich wie die der Marksubstanz, nur dass sie durchschnittlich um die Hälfte und mehr (bis zu 0,0008''') dünner sind; doch finden sich auch ebenso breite Fasern, wie in der weissen Substanz und in den eintretenden Nervenwurzeln, namentlich in den vorderen Hörnern, jedoch mehr vereinzelt und vorzüglich gegen die vorderen Wurzeln hin. Die Untersuchung des Verlaufes dieser Nervenfasern in der grauen Substanz ist eine der schwierigsten Aufgaben der Mikroskopie. Betrachten wir vor Allem die Wurzeln der peripherischen Nerven (Fig. 152), so zeigt sich 1) dass die motorischen unter denselben, nachdem sie im *Sulcus lateralis anterior* und in den angrenzenden Theilen der Vorder- und Seitenstränge eingetreten und horizontal die longitudinalen Fasern der weissen Substanz durchsetzt haben, in der grauen Substanz der Vorderhörner im allgemeinen Pinselförmig sich ausbreiten aber doch vorzüglich nach drei Richtungen weiter ziehen. Die einen Fasern und zwar besonders die der am weitesten nach innen eingetretenen Bündel (Fig. 152) gehen, ohne Geflechte zu bilden oder in erheblicherer Weise in untergeordnete Fascikel sich zu sondern, in den innersten Theilen der Vorderhörner, an die Vorderstränge angrenzend, gerade rückwärts und etwas nach innen. Hierbei treten sie z. Th. durch die innere Gruppe der vielstrahligen grossen Nervenzellen hindurch, jedoch meist als ganz compacte Bündel und so, dass sich in vielen Fällen bestimmt nachweisen lässt, dass sie mit den Fortsätzen der Zellen nicht zusammenhängen. Geht man nun diesen von den vorderen Wurzeln abstammenden Bündeln weiter nach, so ergibt sich an günstigen Schnitten, dass dieselben, immer in den Vorderhörnern verlaufend, bis zu den Seitentheilen der vorderen Commissur sich erstrecken und schliesslich unter einem stärkeren oder schwächeren Bogen continuirlich

in die Fasern derselben sich fortsetzen und zwar so, dass die Wurzelfasern der rechten Seite in die linken Vorderstränge, die der linken Seite in die rechten übergehen. Es findet mithin in der weissen Commissur ein Zusammenhang von longitudinalen Fasern der Vorderstränge und eines Theiles der motorischen Wurzeln, verbunden mit einer totalen Durchkreuzung statt. Doch bin ich nicht Willens zu behaupten, dass alle sich kreuzenden Fasern der vordern Commissur auch mit Wurzelfasern zusammenhängen, um so weniger, als ich selbst diese Kreuzung auf Schnitten gesehen habe, die keine Wurzeln erkennen liessen. Ebenso bin ich natürlich auch nicht gemeint zu sagen, dass alle in die vordere Commissur eindringenden motorischen Wurzelfasern in die Vorderhörner der andern Seite übergehen, da es nicht möglich ist, das Schicksal aller Fasern zu verfolgen.

Ein sehr bedeutender und wohl der grössere Theil Fasern der motorischen Wurzeln nimmt an der beschriebenen Kreuzung keinen Antheil und steht mit den vorderen Bündeln nicht im mindesten Zusammenhang und zwar mehr die äusseren der in die Vorderhörner eintretenden Wurzelfasern. Die einen dieser Fasern, die ich die mittleren Wurzelfasern der vorderen Hörner heisse (Fig. 152.) verlaufen, meist in kleinere Bündel oder selbst einzelne Fasern aufgelöst, gerade rückwärts und lassen sich zum Theil bis gegen die hintersten Gegenden der Vorderhörner verfolgen, z. Th. verlieren sie sich in einem unentwirrbaren Flechtwerk von Nervenröhren, das neben den bestimmteren Faserzügen die ganze graue Substanz erfüllt. Die zweite Fasermasse oder die äusseren Wurzelfasern der vorderen Hörner ziehen theils gerade, theils bogenförmig mehr auf Umwegen, wie z. B. längs der vordern äussern Begrenzung der vordern Hörner, und von der Mitte derselben aus nach der vorderen Hälfte der Seitenstränge zu, wo sie durch die äussere Gruppe der grossen vielstrahligen Zellen der Vorderhörner hindurchsetzen, hier zum Theil sich verlieren oder nicht weiter verfolgen lassen, z. Th. in horizontalem Verlaufe in die Seitenstränge eindringen. Diese letztern Fasern gehen verschieden weit (bis nahe an die Hälfte oder selbst über dieselbe hinaus) in die Seitenstränge hinein, biegen sich dann nach oben um und werden zu longitudinalen Fasern derselben. Es hängt mithin, um es anders auszudrücken, ein zweiter Theil der motorischen Wurzeln mit der vorderen Hälfte der Seitenstränge derselben Seite zusammen, während ein dritter Theil derselben gegen die Hinterhörner verläuft oder in dem dichten Flechtwerk von Nervenfasern der Vorderhörner sich verliert ohne zu bestimmten Endpunkten sich verfolgen zu lassen.

Ausser diesen Wurzelfasern enthalten nun die Vorderhörner noch folgende z. Th. schon erwähnte Nervenröhren: 1) Ausstrahlungen der *Commissura anterior* nach vorn und nach aussen, deren Ende noch nicht zu ermitteln war. 2) Ausstrahlungen der hintern Commissur, von denen dasselbe gilt. 3) Einstrahlungen von Nervenröhren der hintern Hörner (siehe das folgende) und 4) Einstrahlungen von den Seitensträngen aus, die nicht mit Sicherheit in vordere Wurzelfasern zu verfolgen sind.

Noch verdient Berücksichtigung, dass die Fasern, welche aus den vorderen und Seitensträngen in die motorischen Wurzeln übergehen, während ihres Verlaufes die meisten (vielleicht Alle) namhafte Aenderungen ihres Durchmessers erleiden. Diejenigen der Vorderstränge messen, wie oben angeführt wurde, anfänglich im Mittel 0,002—0,004‴; in der vorderen Commissur kaum über 0,003‴ und in der grauen Substanz kaum mehr als 0,002‴ und eben so verhält es sich auch mit denen der Seitenstränge, die jedoch schon innerhalb dieser selbst, wo sie horizontal verlaufen, kaum über 0,002‴ messen. Auf diese Verschmälerung folgt aber zum Theil schon innerhalb der grauen Substanz, zum Theil da, wo die Wurzelbündel dieselbe verlassen, eine neue Dickenzunahme, welche schon oben durch Zahlen belegt wurde, so dass mithin, wenn wir von den peripherischen Nerven ausgehen, dieselben beim Eintritte ins Mark bis in die graue Substanz immer mehr sich verschmälern und beim Anschlusse an die longitudinalen Elemente der weissen Substanz wieder zunehmen, jedoch so, dass sie ihren anfänglichen Durchmesser bei weitem nicht erreichen. Von Theilungen sah ich an den Fasern der vorderen Wurzeln in den Vorderhörnern nirgends eine bestimmte Andeutung. Alle andern Fasern der Vorderhörner gehören zu den dünnen und allerdünnsten und besteht namentlich das zwischen den verschiedenartigen Bündeln liegende Flechtwerk aus Fäserchen, die kaum über 0,0015 und z. Th. unter 0,001‴ messen.

Die hinteren Nervenwurzeln zeigen schon bei ihrem Eintritt complicirtere Verhältnisse als die vorderen Wurzeln und kann man wesentlich zwei Gruppen derselben unterscheiden. Die einen derselben oder die äussern hintern Wurzelfasern ziehen horizontal oder leicht schief aufsteigend durch die longitudinalen Fasern der weissen Substanz im *Sulcus lateralis posterior* bis zu den hintern Hörnern. Hier lösen sie sich in einzelne stärkere und schwächere Bündel (von 0,01—0,02‴) oder ganz zarte Faserzüge und einzelne Fasern auf und setzen jedes für sich und ohne mit Nervenzellen irgend welche Verbindung einzugehen durch die *Substantia gelatinosa* hindurch. Hierbei verfolgen die mittleren Bündel einen mehr geraden Verlauf, während die seitlich meist bogenförmig mit der Convexität nach aussen und nach innen dahinziehen, so dass das Ganze mehr weniger zierlich und bestimmt die Form von vielen wie von einem Pole ausgehenden Meridianen gewährt. Gegen das vordere Ende der *Subst. gelatinosa* drängen sich diese Wurzelfasern etwas zusammen und verfolgen von hier aus namentlich zwei Wege. Der eine Theil derselben biegt sich im hintersten Theil der *Substantia grisea* selbst bogenförmig oder nahezu unter einem rechten Winkel um und verläuft der Länge nach auf- oder abwärts weiter, welche Fasern auf Querschnitten unmittelbar vor der *Subst. gelatinosa* als ein Haufen dunkler rundlicher Flecken leicht zu erkennen sind. Der weitere Verlauf dieser longitudinalen Bündel der Hinterhörner, wie ich sie heisse, auf die *Clarke* und ich zuerst aufmerksam gemacht haben, ist schwer zu ermitteln. Ich liess diese Fasern früher an die Hinter- und Seitenstränge sich anschliessen, jetzt möchte ich mich wenigstens theilweise zu den Annahmen von *Clarke* und *Stilling* bekennen, nach denen diese Fasern später wieder in die horizontale Richtung

umbiegen und gegen die Vorderhörner und die Commissuren verlaufen, immerhin muss ich für einen Theil dieser Fasern den Anschluss an die Hinterstränge aufrecht erhalten. Nach *Clarke* sollen bei der Katze im obern Theil des Rückenmarks die Fasern der sensiblen Wurzeln, die diese Bündel bilden, alle abwärts laufen, bevor sie nach vorn horizontal sich umwenden. Ihren Verlauf verfolgte *Clarke* theils bis zu schleifenförmigen Umbiegungen in den Vorderhörnern und Vordersträngen, theils verloren sich dieselben in den Vordersträngen oder im scheinbaren Anschluss an die vordern Wurzeln (Zweite Abh. S. 349. Taf. XXIII).

Der zweite Theil der äussern Fasermassen der hintern Wurzeln dringt vor der *Substantia gelatinosa* im Allgemeinen horizontal nach vorn in den grauen Abschnitt des Hinterhorns und entzieht sich hier einem guten Theile nach in dem dichten Gewirr feiner nach allen Richtungen ziehender Nervenröhren dem Blick, immerhin lassen sich manche dieser Fasern bis in die Höhe der Spitzen der Hinterhörner, ja selbst in die vordere graue Substanz verfolgen, wo sie z. Th. spurlos sich verlieren, z. Th., wie ich jetzt *Stilling* zugebe, in manchen Präparaten, besonders in den Anschwellungen mit den von den vorderen Wurzeln in die Hinterhörner strahlenden Fasern wie zu denselben Zügen sich vereinigen, ohne dass jedoch ein directer Zusammenhang einzelner Fasern beider Wurzeln mit der nöthigen Bestimmtheit sich beobachten liesse. Andere dieser in die graue Substanz dringenden Fasern ziehen auch gegen die beiden Commissuren, in deren Fasern sie sich fortsetzen.

Die innern Fasermassen der hintern Wurzeln ziehen gleich nach ihrem Eintritt in den *Sulcus lateralis posterior* einwärts in den Hinterstrang und verlaufen in mehr weniger starken Bogen horizontal oder schief aufsteigend, nach *Stilling* auch schief absteigend, durch denselben nach vorn und aussen. Dann verlassen sie längs der innern Ränder der *Substantia gelatinosa* und vor derselben bis gegen die Spitzen der Hinterhörner hin die Hinterstränge und treten, so viel ich sehe, alle nach vorn in die Vorderhörner, wobei sie gewöhnlich einen zierlich Sförmig gebogenen Verlauf nehmen. Ich verfolgte diese Fasern z. Th. bis in die vordere Commissur, z. Th., und dies war immer die Mehrzahl, bis zur hinteren Nervenzellengruppe der Vorderhörner, wo sie meist ganz dem Blicke sich entzogen, manchmal aber auch theilweise bis zum vorderen Theile der Seitenstränge zu verfolgen waren, in welchem sie sich verloren.

Die graue Commissur besteht aus einer geringeren Zahl feiner quer verlaufender Fasern, welche von den Seiten derselben aus grösstentheils rückwärts sich wenden und theils mit den sensiblen Wurzelfasern sich verbinden, theils in die hintere Hälfte der Seitenstränge eintreten; die erstern dieser Fasern verlaufen z. Th. längs der Ränder der Hinterstränge, z. Th. weiter nach aussen und hängen namentlich mit der äussern Fasergruppe der hintern Wurzeln zusammen, wogegen das weitere Schicksal der letztern Fasern noch nicht ermittelt ist. Andere Fasern strahlen von dieser Commissur quer in das Grenzgebiet beider Hörner und entziehen sich hier, z. Th. auch im Vorderhorn selbst, der weiteren Verfolgung ganz und gar.

Die bisher gegebene Beschreibung galt vorzüglich von der Hals- und Lendenanschwellung, freilich den wichtigsten Theilen des Markes, und müssen daher hier noch einige abweichende Verhältnisse anderer Localitäten zur Sprache kommen. Am Rückentheil des Markes und bis in die beiden Anschwellungen hinein erzeugt die Anwesenheit des *Stilling*'schen Kernes der Hinterhörner einige nicht unwichtige Modificationen. Hier nämlich geht die innere Fasergruppe der hintern Wurzeln nach ihrem Austritte aus den Hintersträngen einem guten Theile nach von hinten und aussen her bogenförmig in die genannte Zellenmasse ein, löst sich in derselben in einzelne Fasern und kleinste Bündeln ein und ist dann nicht weiter zu verfolgen. Dafür kommt von vorn und innen aus derselben Zellenmasse ein anderer Faserzug, der dann quer nach aussen sich wendend pinselförmig zerfährt und in dem mittleren Theile der Seitenstränge sowohl im Bereiche der vordern als auch der hinteren Hörner sich verbirgt. Die ganze Lagerung dieser beiden Fasergruppen ist der Art, dass man sich des Gedankens nicht erwehren kann, dass ihre Elemente mit den Zellen des *Stilling*'schen Kernes zusammenhängen, resp. da enden und entspringen.

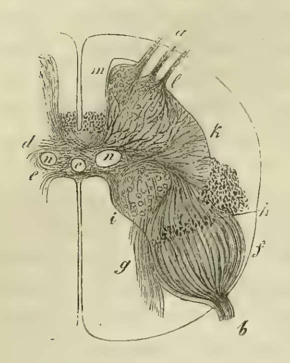


Fig. 154.

Auch die Fasern der sensiblen Wurzeln verschmälern sich während ihres Verlaufes durch die graue Substanz der hinteren Hörner. In den Wurzeln selbst messen dieselben zum Theil noch bis 0,008‴, in der *Substantia gelatinosa* nie über 0,004‴, in der *Substantia grisea* 0,001—0,003‴, in den Commissuren nur 0,0008—0,0012‴, in den Hinter- und Seitensträngen wieder 0,0012—0,004‴. Der Wechsel im Durchmesser ist auch hier an vielen Fasern, z. B. beim Eintritte der Wurzeln in die gelatinöse Substanz, direct zu beobachten.

Ausser diesen mit den motorischen und sensiblen Wurzeln zusammenhängenden Fasern sieht man sowohl in der grauen Substanz als auch in der *Substantia gelatinosa* ziemlich viele feinere Nervenröhren bis zu 0,0008‴ herab, die sich nicht mit Bestimmtheit auf die der Wurzeln zurückführen lassen; doch darf vielleicht auch von diesen als nicht unwahrscheinlich angenommen werden, dass sie doch Abzweigungen derselben sind, wie dies auch in der That *Stilling* von denen der *Subst. gelatinosa* annimmt.

Den Centralcanal finde ich beim Erwachsenen manchmal obliterirt, worin mir auch *Clarke* beistimmt, doch will ich *Stilling*'s entschiedener

Fig. 154. Querschnitt aus dem obern Theile der Lendenanschwellung des Markes eines Kindes, etwa 25mal vergr. *a.* Vordere, *b.* hintere Wurzel, *c.* Centralcanal, *d.* vordere, *i.* hintere Commissur, *f. Subst. gelatinosa*, *g.* Fasern aus den Hinterhörnern, die z. Th. sicher von den hintern Wurzeln abstammen zum *Stilling*'schen Kern *e*, *h.* Querschnitte der longitudinalen Fasern von der *Subst. gelatinosa*, *k.* Fasern aus dem *Stilling*'schen Kerne in die Seitenstränge, *l. m.* Zellengruppen der Vorderhörner, *n.* Venen.

Behauptung, dass dies nur an minder gut erhärteten Präparaten oder sonst durch Zufall vorkomme, vorläufig nicht weiter entgegen treten. Immerhin gebe ich zu bedenken, dass ebenso gut, als gewisse Theile der Hirnhöhlen (*Ventr. septi pellucidi*, Hinterhorn, *Strambio's* 6. Ventrikel) in verschiedenen Graden der Rückbildung bis zur gänzlichen Obliteration gefunden werden, etwas der Art auch beim fraglichen Canale möglich ist, worüber weitere Untersuchungen entscheiden werden. Der Centralcanal hat bei 0,01—0,1''' Weite eine rundlich bandartige oder dreieckige Gestalt und ein cylindrisches flimmerndes Epithel von etwa 0,01''' Breite. Er liegt mitten in dem centralen grauen Kerne, *Stilling's Subst. gelatinosa centralis*, den ich früher für graue Substanz hielt, nun aber mit *Virchow* zum Ependym zähle und den Verdickungen des Ependyms der Hirnhöhlen gleichsetze. Dieser Kern — der in der Lendenanschwellung am stärksten ist und an erhärteten Präparaten auf Querschnitten bald ziemlich scharf begrenzt von birn-, schild- oder herzförmiger Gestalt erscheint, bald unmerklich in der benachbarten grauen Substanz sich verliert, was nach *Stilling* die Regel ist — besteht aus feinen blassen Fäserchen mit circulärer und radiärer Anordnung (*Stilling*), welche theils mit fadenförmigen Ausläufern der Epithelzellen zusammenzuhängen scheinen, theils mit denen anderer Zellen, die in grosser Menge zwischen denselben sich finden. Diese Zellen sind durch ihre sternförmige Gestalt und verästelten Ausläufer allerdings Nervenzellen sehr ähnlich, da jedoch ganz ähnliche Zellen durch die ganze graue Substanz des Markes und auch in den weissen Strängen in ziemlich regelmässiger Vertheilung sich finden, da dieselben ferner auch in das Bindegewebe zwischen den Spitzen der Hinterstsänge sich hineinziehen, so möchte es doch wohl kaum zu bezweifeln sein, dass dieselben nichts als Saftzellen sind. Die Ausläufer aller dieser Zellen, die in gewissen Fällen bis zu 5 Kernen besitzen, sind in grauen Kerne wie in den andern Gegenden des Rückenmarks blass und fein und scheinen mit ihren zahlreichen Verästelungen, die vielleicht anastomosiren, wie das Gerüste zu bilden, welches die Elemente des Markes trägt. Doch kommt ausser diesen Elementen auch wirkliches Bindegewebe im Marke vor, vor allem in der weissen Substanz im Begleite der Gefässe und zwischen den Hintersträngen, während dasselbe in der grauen Substanz allerdings auf wenige Localitäten (die Umgebungen der grössern Gefässe, den Grund der beiden Spalten) sich beschränken möchte.

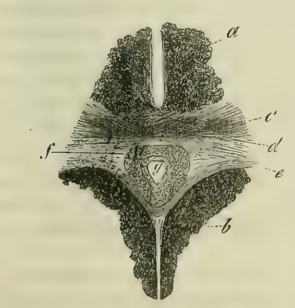


Fig. 155.

Das *Filum terminale* enthält, soweit dasselbe noch Inhalt hat, als Fortsetzung des Ependymfadens des Markes, eine graue weiche Masse, die vorzüglich aus runden, 0,005—0,006''' grossen, kernhaltigen, blassen Zellen

Fig. 135. Querschnitt des mittleren Theiles des menschlichen Rückenmarks aus der Lendengegend. *a.* Vorderhörner, *b.* Hinterhörner, *c.* weisse Commissur, *d.* vorderer Theil der grauen Commissur, *e.* hinterer Theil derselben, *f.* centraler Ependymfaden mit dem Centralcanal *g.* und seinem Epithel.

besteht. Ausserdem finden sich im oberen Theile desselben zwischen den Zellen noch wirkliche dunkelrandige Nervenröhren von verschiedenen, meist geringen Durchmessern, ferner zahlreiche feine blasse Fasern, deren Bedeutung mir nicht klar geworden, nämlich ob sie Fortsätze von Zellen oder von den allerfeinsten Nervenfasern sind. Der Centralcanal öffnet sich nach *Stilling* am Ende des *Conus medullaris* beim Menschen in die hintere Längsspalte, bei den höhern Wirbelthieren in die vordere. An dieser Stelle, die gewöhnlich schon als Anfang des *Filum* bezeichnet wird, ist der *Conus medullaris* in einer Länge von etwa $\frac{1}{4}''$ gespalten, doch tritt unter derselben der Canal wieder auf, indem die untersten Schichten des Markes wieder einen geschlossenen Ring bilden und hier endigt dann der Canal blind, während dessen Umgebung endlich schwindet, so dass der untere grösste Theil das *Filum* beim Menschen keinen Theil mehr enthält, der als Fortsetzung des Rückenmarkes selbst anzusehen wäre und nur aus einem Bindegewebsstrange, der Verlängerung der *Pia mater*, dem Ende der *Art. spinalis anterior* und Venen besteht. Bei Thieren finden sich im Ganzen wohl ähnliche Verhältnisse, nur geht der *Canalis spinalis* wie es scheint überall bis ans Ende des *Filum*.

Nachdem im Jahre 1850 durch die Untersuchungen von *Clarke* und mir die Bahn für die Erforschung des histologischen Baues der Centraltheile des Nervensystems eröffnet worden war, folgten in kurzen Zwischenräumen eine Reihe wichtiger Arbeiten über das Rückenmark, unter denen vor Allem die von *Bidder* und seinen Schülern, von *Stilling* und *Schröder v. d. Kolk* hervorragen. Nichts destoweniger ist zur Stunde nach vielen Seiten noch keine Uebereinstimmung, weder in der anatomischen Auffassung der Elementartheile, geschweige denn in der Deutung des Zusammenhanges desselben hergestellt und stehen sich gerade jetzt in ersterer Beziehung die Annahmen der neuesten Autoren, *Bidder* und *Stilling*, diametral gegenüber, von denen der letztere fast alle im Rückenmark vorkommenden Elemente bis zu den Epithelzellen des Centralcanals herab mehr weniger bestimmt als nervöse anspricht, während der erstere dem Bindegewebe einen ungemein grossen Antheil an der Zusammensetzung des Markes einräumt. Es ist klar, dass, bevor an eine Construction des Faserverlaufes gedacht werden kann, vor Allem die anatomische Basis festgestellt werden muss und gewinnt aus diesem Grunde die Frage über die Verbreitung des Bindegewebes im centralen Nervensysteme ein viel grösseres Gewicht, als man derselben auf den ersten Blick einzuräumen geneigt ist, wesshalb ich dieselbe auch hier voranstelle.

Neu aufgenommene Untersuchungen, die ich z. Th. schon an einem andern Orte veröffentlicht habe (l. i. c.), zeigen nun, dass die Dorpater Untersuchungen trotz des Lobes, das sie nach gewissen Seiten verdienen, und das auch ich denselben gerne zolle, doch nicht mit der Umsicht angestellt sind, welche der Schwierigkeit des Gegenstandes angemessen ist, und daher auch nicht mit dem Gewicht in die Wagschale fallen, als es sonst der Fall wäre. Wenn, wie *Stilling* und ich übereinstimmend contra *Owsjannikow* gezeigt haben, das Rückenmark der Fische eine vordere und hintere Commissur dunkelrandiger Fasern und ausserdem zahlreiche ächte Nervenröhren in der grauen Substanz enthält, in der *O.* nur Bindegewebe sah, wenn ferner, wie wir entgegen *Bidder* und *Kupfer* nachgewiesen, die grosse Mehrzahl der vermeintlichen Bindegewebszüge der grauen Substanz des Froschmarkes wahre Nervenröhren sind und auch das *Filum terminale*, auf welches als rein bindegewebiger Natur ein besonderer Accent gelegt wurde, gerade umgekehrt durch den Reichthum an Nervenfasern sich auszeichnet, so wird man nicht gerade geneigt sein auf gewisse Angaben *Bidder's* über das menschliche und Säugethiermark zu grosses Gewicht zu legen, wie z. B. die, dass die Hinterhörner keine Nervenzellen enthalten (bei *Bidder* und *Kupfer* p. 67), was entschieden unrichtig ist. Immerhin bietet das menschliche Mark offenbar das für *Bidder's* Auffas-

sungen günstigste Feld und betrachte ich es als einen der Haupterfolge der von ihm angestellten und geleiteten Untersuchungen, dass sie uns auf das Vorkommen von nicht nervösen Elementartheilen im Rückenmark aufmerksam gemacht haben. Ich habe schon in der 2. Aufl. dieses Werkes *Bidder's* Anschauungen für die Zellen des Centralkernes und viele kleine in der grauen Substanz zerstreut vorkommende Zellen acceptirt und sehe mich auch jetzt, trotz *Stilling's* gegentheiligen Behauptungen, veranlasst, an derselben festzuhalten. Ich habe selbst schon darauf aufmerksam gemacht, dass Nervenzellen und andere Zellen mit Ausläufern vorläufig nicht mit Bestimmtheit zu unterscheiden sind und dass somit das einzig sichere Kriterium der Nachweis des Ursprunges dunkelwandiger Fasern von einer Zelle ist, allein damit ist denn doch noch nicht ausgesprochen, dass beliebig alle in nervösen Theilen vorkommenden Zellen für Nervenzellen gehalten werden dürfen. Auf jeden Fall wird selbst *Stilling* anerkennen müssen, dass bei Zellen, die in Form und Grösse Saftzellen ganz ähnlich sehen, die so zu sagen unvermengt mit Nervenfasern an einem Ort in Masse vorkommen, wo bei Vögeln (in der hintern Rautengrube) ächtes Bindegewebe erscheint, und auch beim Menschen (im Ependyma des Hirns) Bindesubstanz vorhanden ist, die auch in der weissen Substanz in Menge vorkommen und endlich auch in den einen *Pia mater* Fortsatz eingehen, diejenigen nicht im Unrecht sind, die verlangen, dass zuerst der Zusammenhang derselben mit Nervenfasern demonstrirt werde, bevor man sie zu den Nervenzellen zählt. —

So ziemlich dasselbe muss ich auch von den Flimmercylindern des Centralcanales sagen, die *Stilling* ebenfalls den Nervenzellen beizuzählen geneigt ist. Schon *Hannover* sah im Jahr 1844 die Epithelzellen der Hirnventrikel des Frosches an ihrem äussern Ende in feine Fasern sich fortsetzen, die er für Nervenfasern erklärt (*Rech.* p. 20) und *Stilling* machte ähnliche Beobachtungen für die Epithelzellen des Frosches. So interessant nun auch diese Erfahrungen, welche auch *Kupfer* und *Bidder* für den Frosch und die Fische u. A. bestätigt haben, sind, so folgt doch aus denselben noch nicht, dass die fraglichen Zellen Nervenzellen sind, indem Niemand den Uebergang ihrer Ausläufer in dunkelrandige Nerven beobachtet hat. Ausserdem gebe ich zu bedenken, dass ja diese Zellen im Hirn unmittelbar in das Epithel der *Plexus* und *Telae chorioideae* sich fortsetzen, bei denen Niemand an nervöse Elemente wird denken wollen, sowie dass dieselben im Ende des *Filum terminale* des Frosches für sich allein ohne Spur nervöser Elemente vorhanden sind. — Die Flimmerung im Rückenmarkscanal hat zuerst *Hannover* beim Salamander und bei Froschlarven gesehen (*Rech.* p. 27). Beim Menschen sah ich wohl zuerst eine Andeutung der Cilien (Handb. 2. Aufl. p. 299), worauf dann von *Stilling* ihre Existenz ausser Zweifel gesetzt wurde. Beim Frosch erkennt man die Flimmerung am *Filum terminale* ohne Präparation. —

Den Faserverlauf im Rückenmark anlangend so gibt das oben Mitgetheilte eine Erweiterung und Ergänzung dessen, was ich früher in dieser Beziehung ausgesagt. Auch nach meinen neueren ausgedehnten und mit bester Sorgfalt angestellten Untersuchungen kann ich nicht anders als vieles festhalten, was ich früher angegeben hatte, wie namentlich, dass die *Commissura anterior* z. Th. eine Kreuzung der Vorderstränge ist und dass die Fasern derselben einem Theile nach direct in die Fasern der vordern Wurzeln sich fortsetzen und freue ich mich zu sehen, dass *Stilling* in dieser Beziehung einem guten Theile nach mit mir einverstanden ist. Auf der andern Seite gebe ich nun auch *Stilling* und *Clarke* manches zu, was mir früher anders erschien oder nicht zu Gesicht gekommen war, wie vor allem die aus den hintern in die vordern Hörnern laufenden Fasern und die abwärts sich wendenden Fasern der hintern Wurzeln, die ich schon früher mir notirt, aber, weil nicht weiter verfolgt, nicht erwähnt hatte. Ueberhaupt muss ich die Untersuchungen dieser beiden Autoren und vor allem die so ausgedehnten Forschungen *Stilling's* fast nach allen Seiten als richtig anerkennen und halte ich dieselben, unbeschadet der Verdienste von *Schröder* und *Schilling*, für das beste, was in diesem Gebiete geleistet worden ist.

§. 116.

Muthmasslicher Zusammenhang der Elemente des Rückenmarks. — Je weiter der verwickelte Bau des Rückenmarks des Menschen vor unsern Augen sich aufthut, um so mehr häufen sich die Schwierigkeiten, wenn es sich darum handelt, nachzuweisen, wie die Elemente desselben unter einander verbunden sind. Ja wie die Sachen jetzt liegen, wo noch keine der Hauptfragen, nach den bindegewebigen und nervösen Elementen, den Beziehungen der Ganglienzellen untereinander und zu den Nervenfasern, dem cerebralen und spinalen Ursprung der Nerven, mit Bestimmtheit sich hat beantworten lassen, muss es mehr als gewagt erscheinen, für die eine oder andere Auffassung sich auszusprechen. — Mag auch die Physiologie ein noch so grosses Interesse an der Aufhellung des Baues eines so wichtigen Theiles des Nervensystemes haben, so ist ihr doch mit der Aufstellung von ephemeren Hypothesen nicht gedient und sehe ich mich aus diesem Grunde veranlasst, einen jeden bestimmten Ausspruch nach dieser Richtung zu vermeiden und für einmal mich auf den ganz allgemein gefassten Satz zu beschränken, dass die Rückenmarksnerven wahrscheinlich z. Th. im Marke selbst und z. Th. im Gehirn entspringen, so wie, dass die Nervenzellen theils als Ursprungsstellen von Fasern, theils als Verbindungsmittel solcher und verschiedener Gegenden des Markes von Bedeutung sind.

Es gab eine Zeit, wo auch ich dem Glauben mich hingab, es lasse sich eine einigermassen auf Thatsachen basirte Hypothese über den Zusammenhang der Elemente im Marke aufstellen, je mehr jedoch meine Einsicht in die feinere Anatomie dieses Organes stieg, um so mehr bildete sich in mir die Ueberzeugung aus, dass es noch nicht an der Zeit sei, in dieser Beziehung irgendwie bestimmt vorzugehen. Dagegen halte ich es für die Pflicht eines Jeden, der in dieser Angelegenheit öffentlich auftritt, eine möglichst unbefangene aber auch ganz entschiedene Kritik zu üben und will ich daher nun noch die Fragen, die vor Allem sich aufdrängen, in Kürze besprechen.

1. Verhältniss der Zahl der Nervenfasern im obern Halstheile des Markes zu denen der peripherischen Nerven. — Es ist eine für die Lehre vom Ursprunge der Nervenfasern bedeutungsvolle Sache, zu wissen, ob der oberste Halstheil des Rückenmarkes in seiner weissen Substanz ebenso viele Nervenfasern enthält als die peripherischen Nerven zusammengenommen, oder nicht, indem im erstern Falle der cerebrale Ursprung aller spinalen Nerven wenigstens möglich ist, im letztern Falle dagegen nicht leicht angenommen werden kann. Nachdem *Volkmann* für das Letztere sich ausgesprochen hatte, wurde bekanntlich von mir, gestützt auf Messungen des Markes und der Nervenwurzeln der Satz aufgestellt, dass das Halsmark Nervenröhren genug enthalte, um die Hypothese vom cerebralen Ursprunge der Hirnnerven als nicht von vorne herein unbegründet erscheinen zu lassen. Zugleich zeigte ich auch, dass die weisse Substanz des Marks von unten nach oben zunimmt, und dass die Anschwellungen vorzüglich auf Rechnung einer Zunahme der grauen Substanz kommen. Dieser letzte Satz ist nun auch von den neuern Autoren, *Schilling*, *Stilling*, *Bratsch* und *Ranchner* im Wesentlichen zugegeben worden, nur heben diese Autoren noch besonders hervor, dass an den Anschwellungen die Masse der weissen Substanz grösser ist als an den nahe über ihnen gelegenen Stellen, was sich jedoch von selbst versteht, wenn man bedenkt, dass an diesen Anschwellungen die weissen Stränge durch die durch sie hindurchtretenden mächtigen Wurzeln der Arm- und Beinnerven eine vorübergehende Zunahme erleiden. Dagegen haben *Bratsch* und *Ranchner* und besonders *Stilling* im Gegensatze zu mir die Behauptung aufgestellt, dass das Halsmark viel weniger Nervenfasern enthalte

als die peripherischen Nerven. *Stilling*, dessen ausführlichere Untersuchungen ich hier allein berücksichtigen kann, stimmt mit Bezug auf den Flächeninhalt der weissen Substanz des Halsmarkes und der Nervenwurzeln im Wesentlichen mit mir überein, ist jedoch dadurch zu einem ganz andern Endresultate gekommen, dass er die Nervenröhren der weissen Substanz des Markes viel stärker ansetzt als ich (in allen Strängen 0,006—0,007‴ im Mittel; nach mir 0,002—0,003‴ in den Hinter- und Seitensträngen, 0,003‴ im Mittel in den Vordersträngen), wobei dann natürlich die Zahl derselben viel zu gering ausfällt, als dass sie alle Röhren der Spinalnerven decken könnten. Ausserdem hat *Stilling* auch noch die Zahl der Nervenröhren in gleich grossen kleinen Flächen an beiden Orten bestimmt und hierbei Resultate erhalten, die ebenfalls seinen Satz unterstützen, indem die Zahl der Röhren im Halsmark zu derjenigen der Fasern der Wurzeln sich verhielt wie 1 : 2. Mit Bezug auf diese letztern Angaben erlaube ich mir vorläufig kein Urtheil, um so weniger, als *Stilling* nicht angegeben hat, auf wie viele Zählungen er dieselben gründet, was dagegen die Durchmesser der longitudinalen Fasern der weissen Stränge des menschlichen Markes betrifft, so haben mir auch erneuerte Messungen wesentlich dasselbe ergeben, wie die früheren, mit dem einzigen Unterschiede, dass ich nun allerdings von der Existenz auch stärkerer Röhren bis zu 0,006 und 0,007‴ in den weissen Strängen mich überzeugt habe, während ich früher das Extrem nach dieser Seite auf 0,0048‴ angegeben hatte. Es sind jedoch diese stärkeren Röhren gegen die feineren so zurücktretend, dass ich im Ganzen bei meinen Zahlen stehen bleiben und *Stilling's* Angaben, wornach hier überall breite Röhren von 0,006—0,007‴ im Mittel sich finden sollen, für entschieden unrichtig erklären muss, ebenso wie seine Behauptungen, dass in den hintern Wurzeln keine ganz feinen Röhren von 0,0012—0,002‴ sich finden. Ich will übrigens hier nicht weiter untersuchen, wie *Stilling* zu diesen seinen Aufstellungen gekommen ist, ob er gequollene oder anderweitig veränderte Röhren vor sich hatte (ich bemerke hier, dass *Stilling* nicht Recht hat, wenn er ganz im Allgemeinen angibt, dass Chromsäure die Nervenelemente nicht alterire, es kommt hier wie in allen solchen Fällen Alles auf die Concentration an), und zwar besonders aus dem Grunde, weil ich dieser ganzen Untersuchungsreihe nicht mehr denselben Werth beimessen kann wie früher. Es bleibt nämlich, selbst wenn *Stilling* Recht hätte, dass die Spinalnerven mehr als doppelt so viel Nervenfasern enthalten als das Halsmark für die Vertheidiger des cerebralen Ursprunges der Hirnnerven immer noch der Ausweg, dass möglicher Weise die Nervenfasern im Marke sich theilen, um so mehr, da solche Theilungen von mir und *Hessling* gesehen sind.

2. *Verhalten der Nervenzellen zu einander und zu den Nervenfasern.* Alle neuern Autoren mit wenigen Ausnahmen sind der Ansicht, dass die Nervenzellen einmal Ursprungsstellen der Nervenröhren der Spinalnerven und der weissen Substanz der Rückenmarks sind und zweitens durch gewisse ihrer Ausläufer auch miteinander anastomosiren, ja Manche gehen so weit, sehr detaillirte Angaben über diese Verhältnisse zu machen. Frägt man welche thatsächlichen Grundlagen für diese Behauptungen vorliegen, so fällt die Antwort *sehr bescheiden* aus. Was einmal die *Nervenursprünge von den Zellen* im Rückenmark betrifft, so kann nicht bezweifelt werden, dass solche vorkommen und werde ich am wenigsten dieselben bestreiten, da ich wohl der erste war, der einen solchen Ursprung aus dem Marke des Frosches beschrieb und abbildete (Zeitschr. f. wiss. Zool. I. p. 144. Tab. XI. Fig. 7). Auf der andern Seite muss ich mit Bestimmtheit gegen alle die mich aussprechen, welche die Beobachtung solcher Ursprünge für leicht erklären oder gar genaue Angaben über das Verhalten der Wurzeln zu den Nervenzellen machen. Ich habe mich viel mit dem menschlichen Mark beschäftigt und eifrig nach Nervenursprüngen gesucht und doch muss ich bekennen, noch nie mit Bestimmtheit die Fortsetzung eines blassen Fortsatzes einer Zelle in eine dunkelconturirte ächte Nervenfaser gesehen zu haben. Ebenso wenig habe ich etwas der Art bei andern gesehen und war selbst *Stilling*, der mir neulich mit grosser Bereitwilligkeit seine schöne Sammlung zeigte, nicht im Falle, mir ein solches Object vorzuführen, wobei ich allerdings bemerken muss, dass seine besten Präparate gerade bei seinem Zeichner in Göttingen waren. Uebrigens ist auch *Stilling*, wenigstens seinen bisherigen Aeusserungen zu Folge, ganz gegen die Behauptungen derer, welche die Demonstra-

tion von solchen Nervenursprüngen als etwas relativ leichtes ausgeben. Wenn ich daher auch annehme, dass im Marke Nervenfasern entspringen und es jetzt selbst für wahrscheinlich halte, dass ein bedeutender Theil der Spinalnervenfasern so sich verhält, so muss ich doch auf der andern Seite mit grösster Bestimmtheit darauf aufmerksam machen, dass wir von diesen Ursprüngen noch so wenig Genaues und Sicheres wissen, dass nicht daran zu denken ist, mit dem Aufbau fernerer Hypothesen zu beginnen.

Noch ungünstiger verhält sich die Sache zweitens mit den Anastomosen der Nervenzellen. Manche beschreiben Anastomosen und sehen solche, wo andere durchaus nichts Bestimmtes finden und könnte ich mehrere vielgenannte Autoren namhaft machen, die mir solche Verbindungen zeigten, die ich nicht anerkennen konnte. Obschon ich noch keine Anastomosen gesehen habe, so will ich dieselben doch nicht bezweifeln, doch muss ich auch hier wieder mit aller Entschiedenheit behaupten, dass Niemand berechtigt ist aus einzelnen Beobachtungen weitere allgemeine Sätze abzuleiten Die bis jetzt gefundenen Anastomosen scheinen nach dem, was ich weiss, alle durch kürzere starke Ausläufer der Zellen stattgefunden zu haben (siehe *R. Wagner* in *Ecker Icones physiol. Tab. XIII; Lenhossek*, Tab. III. Fig. 1, eine Abbildung, die wegen der Zahl der gezeichneten Anastomosen im höchsten Grade das Misstrauen erregt, um so mehr, da keine Spur von Verästelungen der Zellenausläufer angegeben ist), nun ist es aber eine ausgemachte Sache, dass die grosse Mehrzahl der Nervenzellenausläufer aufs zahlreichste sich verästelt und schliesslich, oft erst in grossen Entfernungen von den Zellenkörpern (ich verfolgte solche bis fast auf $1/4'''$ von ihrer Zelle weg), in die feinsten Fäserchen von höchstens 0,0004''' ausläuft. Da Niemand weiss, was aus diesen Fäserchen wird, Niemand Anastomosen derselben oder Beziehungen zu Fasern gesehen hat, so ist auch Niemand berechtigt irgend etwas Allgemeines und Bestimmtes über das Verhalten der Zellen im Marke auszusagen.

3) Verhalten der Nervenröhren des Markes. In dieser Beziehung steht fest a) dass die weissen Stränge allerwärts viele Fasern an die graue Substanz abgeben, welche theils direct, theils wie bei den Vordersträngen nach vorläufiger Kreuzung in derselben sich verlieren, b) dass viele Fasern der Wurzeln verfeinert in der grauen Substanz dem Blicke sich entziehen. Unter diesen letzten Fasern sind besonders bemerkenswerth 1) Fasern der hintern Wurzeln in die grauen Vorderhörner, die scheinbar mit den vordern Wurzeln zusammenhängen (*Stilling*, *Clarke*, ich); 2) Fasern der beiderlei Wurzeln, die durch die Commissuren auf die andere Seite treten; 3) Fasern der hintern Wurzeln, die in die *Stilling*'schen Dorsalkerne treten und Fasern, die von diesen aus gegen die Seitenstränge verlaufen. Streitig ist, ob irgend welche Wurzelfasern direct aus der grauen Substanz in die weissen Stränge und zur *Medulla oblongata* emporsteigen. Ich für mich glaubte früher ein solches Verhalten annehmen zu dürfen und muss ich auch jetzt besonders auf folgendes aufmerksam machen. Es kann nicht bezweifelt werden, dass die Vorderstränge Fasern an die *Commissura anterior* abgeben, welche sich kreuzen, ebenso wenig, dass ein Theil der vordern Wurzeln in die *Commissura anterior* eingeht. Ich glaube nun in gewissen Fällen einen directen Zusammenhang der beiderlei Fasern gesehen zu haben. Ebenso habe ich Fasern der vordern Wurzeln durch die graue Substanz direct in die Seitenstränge und solche der hintern Wurzeln, nachdem sie die *Subst. gelatinosa* durchsetzt hatten, im Anschluss an die Hinterstränge und Seitenstränge beobachtet. Ich will jedoch zugeben, dass alle diese Beobachtungen noch nicht ganz beweisend sind, da es in keinem Falle möglich war, die Fasern auf längere Strecken zu verfolgen und den Nachweis zu liefern, dass dieselben nicht später wieder aus den weissen Strängen in die graue Substanz abtreten. Ich will daher auch für einmal nicht weiter gegen *Stilling* Polemik machen, der ein directes Aufsteigen der Wurzelfasern nach oben gänzlich läugnet, wenn derselbe zugibt, dass er ebenso wenig im Stande ist die Nichtexistenz desselben bestimmt zu beweisen.

Was den von *Stilling* behaupteten Zusammenhang hinterer und vorderer Wurzelfasern anlangt, den derselbe so deutet, dass diese Fasern in die Spi-

nalganglien entspringen und aus diesen durch die hintern Wurzeln in die vordern übergehen, so scheint mir derselbe nicht mit einer solchen Bestimmtheit demonstrirt, wie sie bei einer so einschneidenden Thatsache verlangt werden muss. Ausserdem mache ich darauf aufmerksam, dass bei den Spinalganglien der Säuger keine central verlaufenden Faserursprünge von Zellen bekannt sind und dass die austretenden Nerven derselben constant stärker sind als die eintretenden, was entschieden gegen *Stilling* spricht, sowie dass *Clarke* bei einem Theil solcher Fasern Umbeugungen nach rückwärts und einen Anschluss an die Vorderstränge beobachtet hat (S. s. zweite Abhandl. Tab. XXIII).

Es ist hier der Ort noch etwas ausführlicher von den Dorpater Untersuchungen über das Mark der Fische und des Frosches zu reden, weil dieselben einen grossen Einfluss auf die Ansichten der neuesten Forscher geübt haben. Nach diesen Autoren ist hier das Mark nach einem sehr einfachen Typus gebaut. Die graue Substanz enthält nichts als Bindegewebe und die bekannten grossen Ganglienzellen. Jede von diesen hat vier Fortsätze, von denen zwei in Röhren der vordern und hintern Wurzeln sich fortsetzen, einer zur Anastomosenbildung zwischen je zwei Zellen dient und der vierte die Zellen mit dem Hirn in Verbindung setzt und in die weissen Stränge übergehend zu einer dunkelrandigen Faser dieser wird. Diese bestechend einfache, zugleich aber auch wegen der Annahme von einerlei Leitungsfasern für Bewegung und Empfindung zum Gehirn höchst auffallende Darstellung ist, wie *Stilling* und ich gezeigt haben, ganz mangelhaft und verfehlt, denn 1) haben die Urheber derselben ganz übersehen, dass die graue Substanz ausser den grossen Nervenzellen auch und zwar beim Frosch sehr viele dunkelrandige ächte Nervenröhren enthält; 2) ist es, ich möchte sagen sicher, dass die graue Substanz, wenigstens beim Frosch, ausser den grossen eine Unzahl kleiner multipolarer Zellen führt; 3) fehlen nach *Stilling's* Erfahrungen die Commissuren der grossen Nervenzellen beider Seiten, wogegen nach *Stilling's* und meinen Beobachtungen bei Fischen und Fröschen ächte vordere und hintere Commissuren dunkelrandiger Nervenröhren sich finden und 4) endlich besitzen, wenigstens beim Frosch, auch die grossen Nervenzellen nicht bloss einfache, direct in Nervenröhren übergehende Fortsätze, vielmehr finden sich hier, wie in neuester Zeit besonders auch *Gerlach's* zierliche gefärbte Präparate jedem deutlich gemacht haben werden, dieselben Verästelungen derselben bis ins Feinste, die oben von den Säugern erwähnt wurden. — Bei so bewandten Umständen wird die Hypothese von *Bidder* und seinen Schülern über den Faserverlauf im Mark der niedern Wirbelthiere ganz unhaltbar und fallen um so mehr auch alle Verallgemeinerungen derselben in Nichts zusammen.

Zum Schlusse seien noch einige ganz besonderen Verhältnisse erwähnt. *Jacubowitsch* theilt die Nervenzellen im Mark in 3 Gruppen, motorische, sensible und sympathische. Die Bemerkung, dass die grossen Zellen im centralen Nervensystem mit den motorischen Nerven, die kleineren mit den sensitiven und den psychischen Vorgängen zusammenhängen, ist nicht neu (Siehe m. mikr. Anat. II. S. 542), dagegen hat noch Niemand es gewagt von sympathischen Zellen zu reden. Da *Jacubowitsch* für seine Aufstellung solcher keinerlei Beweise beibringt, so verweise ich einfach auf seine Abhandlung. — Von fast allen neuern Autoren (bes. von *Stilling*, *Clarke*, mir, *Schilling* u. A.) werden Nervenfasern erwähnt, die horizontal aus der grauen Substanz in die weissen Stränge eintreten. *Stilling* hat dieselben früher als besondere graue Fasern gedeutet, nachdem aber von mir (Mikr. Anat. p. 427) und *Clarke* (Zweite Abth. p. 350) nachgewiesen worden war, dass diese Fasern in die longitudinale Richtung umbiegen und an die Elemente der weissen Stränge sich anschliessen, dieser unserer Auffassung sich angeschlossen. In neuester Zeit beschreibt *Lenhossek* wieder ein besonderes System radiärer Fasern, welche allerwärts in bedeutender Zahl die weissen Stränge durchsetzen und dann in der *Pia mater* sich ausbreiten, wo sie den Purkinje'schen Plexus bilden. Dass feine Nervenfädchen direct aus dem centralen Nervensysteme an die *Pia mater* gehen, hat schon vor langer Zeit *Bochdalek* für die *Medulla oblangata* angegeben, ebenso sind aber auch von *Remak* und mir die hintern Wurzeln als die Hauptquellen der Nerven der *Pia mater* aufgefunden worden. Da nun auch die Beschreibung der histologischen Elemente der radiären Fasern

durch *Lenhossek* nichts weniger als Zutrauen erweckt, so wird es wohl erlaubt sein, dieselben in der Weise, wie er sie aufstellt, so lange zu bezweifeln, als nicht bestimmtere Angaben vorliegen.

§. 117.

Das verlängerte Mark und der *Pons Varoli* gehören zu den complicirtesten Theilen des centralen Nervensystems und enthalten weisse und graue Substanz auf sehr verschiedenartige Weise durcheinander gemengt. Die weisse Substanz ist zum Theil eine Fortsetzung derjenigen des Markes, zum Theil eine neu auftretende, und verhält sich folgendermaassen. Die Vorderstränge des Rückenmarkes weichen am Anfange des verlängerten Markes auseinander und lassen die sich kreuzenden Bündel der Pyramiden hervortreten. Im weiteren Verlaufe schliessen sich dieselben mit einem kleineren Bündel den Pyramiden an und bilden den äusseren Theil derselben, während ihre Hauptmasse, die Oliven innen und aussen umfassend, daher sie auch Olivenstränge heissen, seitwärts tritt und dann in zwei Bündel getheilt über der zweiten Querfaserschicht durch den *Pons* zieht. Das eine dieser Bündel ist die Schleife, *Laqueus,* die über die *Cr. cerebelli ad cerebrum* herüber sich legend in die hintern Vierhügel eingeht und innerhalb derselben mit dem entsprechenden Bündel der andern Seite zusammenstösst. Das zweite Bündel liegt nach aussen und unten von den oberen Schenkeln des *Cerebellum* und geht in die Haube *(Tegmentum)* der Hirnstiele ein. Ausserdem geben die Olivenstränge, resp. Vorderstränge des Markes, auch noch, wie es scheint, Fasern an den *Pedunculus cerebelli* ab. Die Seitenstränge des Rückenmarkes trennen sich am verlängerten Mark in drei Bündel. Das eine derselben geht in ziemlich gerader Richtung aufwärts in den *Fasciculus lateralis* des *Corpus restiforme* über und mit diesem grösstentheils in den Stiel des kleinen Gehirns, einem kleinen Theile nach in die Haube ein; ein zweiter Theil dringt zwischen den auseinanderweichenden Vordersträngen nach vorn, kreuzt sich mit zwei bis drei Bündeln mit dem der andern Seite *(Decussatio pyramidum)* und bildet die Hauptmasse der Pyramiden; ein dritter endlich kommt zwischen den Hintersträngen durch am Boden der Rautengrube als *Eminentia teres* zum Vorschein. Diese letzteren setzen sich am Boden der Rautengrube nebeneinanderliegend in die Haube der Hirnstiele fort, während die Pyramiden zwischen der ersten und zweiten Querfaserschicht der Brücke durchtretend in die Basis der Hirnstiele übergehen. Die Hinterstränge des Markes endlich bilden vorzüglich die *Fasciculi graciles* und *cuneati*, von denen die letzteren einem guten Theile nach in die *Pedunculi cerebelli* treten, mit dem Rest und den *Fasc. graciles,* nach aussen von den *Emin. teretes* gelegen, in die Decke der Hirnstiele sich verfolgen lassen. Alle diese Bündel bestehen, abgesehen von der grauen Substanz aus parallel verlaufenden Nervenröhren von denselben Dimensionen wie die des Markes, nämlich von 0,001—0,004''', selten mehr.

Ausser dieser weissen Substanz zeigt der *Pons* und die *Med. oblongata,* abgesehen von den Nervenwurzeln, noch ein System von meist horizontalen Fasern. Dasselbe besteht 1) aus den bekannten queren und bo-

genförmig verlaufenden Fasern aussen an den Pyramiden und Oliven, 2) aus geraden Fasern, die von vorn nach hinten mitten durch das verlängerte Mark ziehen und die sogenannte Naht, Raphe (*Stilling*), bilden helfen, 3) endlich aus sehr vielen horizontal von dieser Raphe in die Seitenhälfte der *Medulla* ausgehenden Röhren mit mehr oder weniger gebogenem Verlauf. Diese letzteren, *Fibrae transversales internae*, beginnen hinter den Pyramiden und dringen, die vorderen als eine mächtige, durch kleine platte Bündel des Pyramiden- und Olivarstranges sehr zierlich unterbrochene Masse, von innen her in das *Copus dentatum olivae* hinein und bilden für sich allein dessen weisse Substanz; dann setzen sie pinselförmig sich ausbreitend durch dessen graue Rinde hindurch und wenden sich schliesslich alle rückwärts gegen den *Fasciculus cuneatus* und *lateralis* hin. Hierbei beschreiben die Fasern grössere oder kleinere Bogen. Das letztere ist der Fall bei den aus dem hinteren Theil des Olivenkernes heraustretenden Röhren, die durch den Olivennebenkern (*Stilling*) und die nach aussen von demselben befindliche grosszellige graue Substanz hindurch fast gerade rückwärts und nach aussen gehen, ersteres findet sich bei den vorderen Fasern, die zuerst zwischen den Pyramiden und dem Olivenkern hindurch nach vorn, und dann erst in einem starken Bogen oberflächlich um den letzteren herum rückwärts in die Seitenbündel ausstrahlen. Eine zweite Abtheilung der *Fibrae transversales internae* geht hinter den Olivenkernen und ohne Verbindung mit denselben einfach von der Raphe aus durch den hinteren Theil der Olivarstränge und die *Eminentiae teretes* nach aussen und hinten ebenfalls in die strangförmigen Körper ein. — Alle diese Fasern gehören

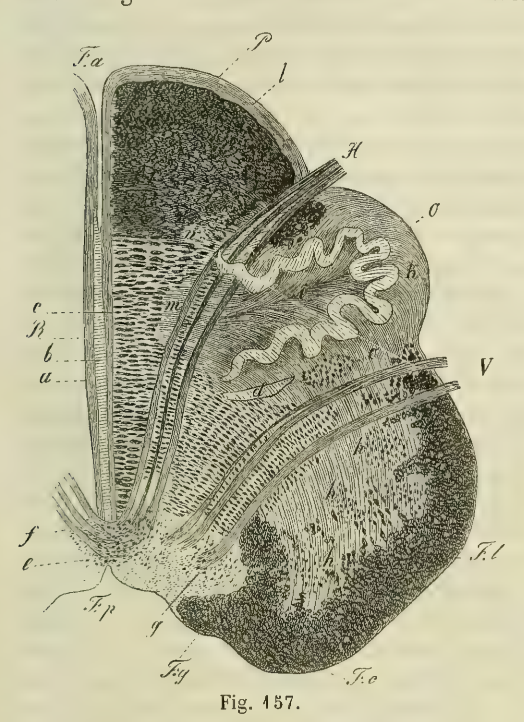


Fig. 157.

Fig. 157. Querschnitt durch das verlängerte Mark des Menschen, 15mal vergr. *P.* Pyramide. *O.* Olive. *F.l.* Seitenstrang. *F.c.* Keilstrang. *F.g.* Zarter Strang. *H. Hypoglossus*-, *V.* Vaguswurzeln. *F.a. Fissura anterior. F.p. Fiss. posterior* am Boden der Rautengrube. *B.* Raphe. *a.* Längsfasern der Raphe. *b.* Mittlere graue Lage mit Querfasern, *c.* Ausstrahlung dieser Fasern in den Olivenstrang und die Olive. *d.* Olivennebenkern. *e.* Hypoglossuskern. *f.* Kreuzung des *Hypoglossus. g.* Vaguskern. *hhh.* Grössere Nervenzellen im strangförmigen Körper. *i.* Markmasse im Innern der Olive, zu den innern queren Fasern gehörend. *k. Fibrae arciformes* aussen an der Olive. *l. Fibrae transversae* aussen an der Pyramide. *m. n. o.* Graue Kerne in den Pyramiden und Olivarsträngen.

offenbar zusammen und scheinen die meisten aus der grauen Substanz an der hintern Seite der *Medulla oblongata* in den *Corp. restiformia* und am Boden der Rautengrube entspringend eine Quercommissur der beiden Seitenhälften darzustellen, gewissermassen ein Vorbild der Commissurenfasern des Pons. Ein Theil derselben scheint auch mit den *Pedunculi cerebelli* zusammenzuhängen und zum kleinen Gehirn in näherer Beziehung zu stehen, doch sind in dieser Beziehung noch manche Verhältnisse dunkel und verweise ich in Betreff derselben auf *Stilling's* Arbeiten, meine Mikr. Anatomie und auf *Lenhossek*.

Die graue Substanz findet sich am verlängerten Marke besonders an drei Stellen in grösserer Menge angesammelt, nämlich in den Oliven, den strangförmigen Körpern und am Boden der Rautengrube. 1) Die graue Substanz der Oliven bildet ein in bekannter Weise gefaltetes Blatt, so dass eine mit Ausnahme der innern Seite ganz geschlossene Kapsel entsteht, die, wenn sie auch die Stelle der vordern Hörner des Rückenmarks einnimmt, doch mit denselben, obschon sie nahe an ihr unterstes Ende herangeht, in keiner directen Verbindung steht, auch sonst von aller übrigen grauen Substanz isolirt zu sein scheint. In derselben finden sich, ausser sehr zahlreichen, meist gerade hindurchsetzenden Nervenfasern des queren Fasersystemes 1) sehr viele kleinere Nervenzellen von 0,008—0,012''' Durchmesser und rundlicher Gestalt, mit 3—5 verästelten Fortsätzen und gelblichen, die Farbe der Oliven bedingenden Körnchen als Inhalt und 2) zahlreiche, in allen Richtungen verlaufende feine Nervenfasern, die wohl unstreitig ebenfalls dem queren Fasersysteme angehören und vielleicht mit den Zellen zusammenhängen; mag dem sein, wie ihm wolle, so ist so viel ganz sicher, dass sehr viele Fasern der Marksubstanz der Olive die Rinde derselben einfach durchsetzen und als *Fibrae transversales* weiter gehn. — In der Höhe der zwei oberen Drittheile der Oliven liegt hinter denselben und ganz isolirt von ihnen der von *Stilling* sogenannte Olivennebenkern als ein platter, gelblicher Streif von genau derselben Bildung, wie die graue Substanz der Olive und ebenfalls von horizontalen Nervenfasern und zwar solchen, die grösstentheils schon durch die Olive hindurchgegangen sind, durchsetzt. 2) In den strangförmigen Körpern tritt die graue Substanz *(Corpus s. Nucleus cinereus)* als eine nicht scharf abgegrenzte und mit sehr vielen Nervenfasern untermischte längliche Masse auf, die besonders den *Fasciculus lateralis* einnimmt, aber auch in die Keil- und zarten Stränge sich fortsetzt. Dieselbe kann als Fortsetzung der hintern Hörner des Markes bezeichnet werden, und zeigt selbst noch, wie *Stilling* richtig angibt, eine Andeutung von der gelatinösen Substanz derselben, von der hier noch bemerkt werden kann, dass sie in den obersten Theilen des Markes bis zum Anfang der Pyramidenkreuzung ganz auffallend entwickelt ist und eine ganz seitliche Lage hat. Die Elemente der grauen Substanz der strangförmigen Körper sind ausser vielen feineren Fasern, die besonders in die horizontalen inneren Fasersysteme überzugehen scheinen, viele eher blasse, zum Theil bräunliche Nervenzellen mit Fortsätzen, mit ziemlich regelloser Lagerung und die meisten von derselben Grösse wie die der Oliven.

3) Die graue Substanz am Boden der Rautengrube ist, wie *Lenhossek* mit Recht annimmt, eine Fortsetzung der vordern und z. Th. auch der hintern grauen Hörner des Markes, die wegen der Umwandlung des Rückenmarks in einen nach hinten offenen Halbcanal hier neben einander liegen, und erscheint als eine ziemlich mächtige, vom *Calamus scriptorius* bis zum *Aquaeductus Sylvii* sich erstreckende Lage. Dieselbe enthält durchweg viele Nervenröhren, zum Theil von sehr bedeutendem Durchmesser bis zu 0,006‴, selbst 0,008‴, zum Theil feinerer und feinster Art, ausserdem nichts als Nervenzellen mit Fortsätzen von allen Dimensionen, von 0,006‴ bis zu 0,03‴ und mehr. Die grössten derselben besitzt die *Ala cinerea* am hinteren Ende der Rautengrube und die *Subst. ferruginea s. Locus coeruleus* (Fig. 158), an an welch letzterem Orte dieselben auch ausgezeichnete Pigmentirungen und

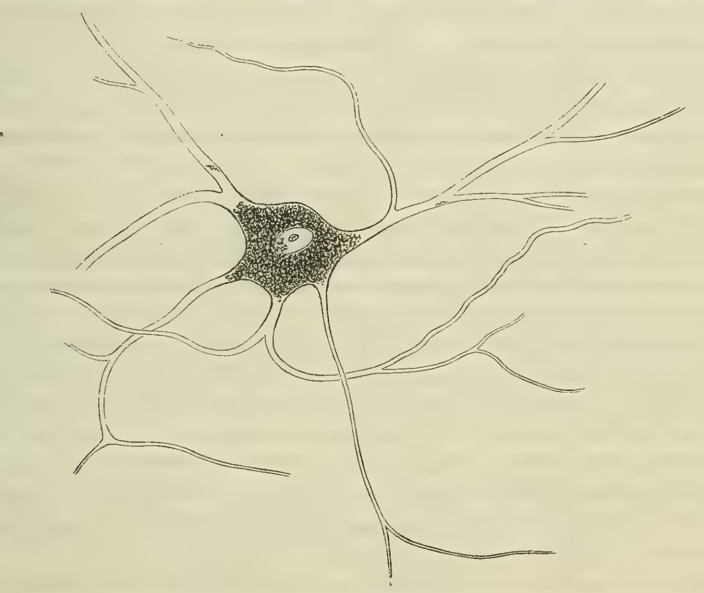


Fig. 158.

die zahlreichsten, zierlich verästelten Ausläufer besitzen. Die kleinen mehrkernigen Zellen, wie sie im Ependymfaden des Markes vorkommen, fehlen hier ganz, indem dieselben nicht über die *Decussatio pyramidum* hinausgehen — Ausser diesen drei Massen grauer Substanz, welche sich zum Theil auf die der *Medulla spinalis* zurückführen lassen, zeigen sich in dem verlängerten Marke noch einige kleine Nester, so in den Pyramiden innen an den Oliven (Pyramidenkern, *Stilling*; innere Nebenolive, *Lenhossek*), in den Olivensträngen nach aussen von dem Olivennebenkern (*Stilling*) und nach innen von demselben (*Lenhossek*), in welchen allen, wie schon *Stilling* angibt, zum Theil auch grössere Zellen, am zweit letzten Orte bis zu 0,025‴, alle mit Fortsätzen, und feinere, z. Th. nur durchtretende Nervenröhren zu sehen sind.

Fig. 158. Nervenzellen der *Substantia ferruginea* am Boden der Rautengrube vom Menschen, 350mal vergr.

Ein Theil der eben beschriebenen grauen Substanz, nämlich die der vorderen Hälfte der Rautengrube, gehört eigentlich schon dem *Pons Varoli* an. Derselbe enthält ausserdem auch noch in seinem Innern über der oberflächlichen Querfaserlage, sowohl in der Mitte als auch mehr seitlich, viele Anhäufungen von grauer Masse mit kleineren und grössern (bis zu 0,02''' und mehr) Nervenzellen, alle mit Fortsätzen, welche so unregelmässig zwischen Längs- und Querfasern eingebettet sind, dass sie keiner detaillirteren Beschreibung bedürfen, und einerseits mit den grauen Kernen der *Medulla oblongata*, andrerseits mit der *Substantia nigra* der Hirnstiele zusammenhängen.

Eine sehr schwierige Frage ist die nach dem Verhalten der 10 Nervenpaare, die von dem verlängerten Mark, dem *Pons* und den Hirnstielen herkommen. Nur wenige Forscher haben dieselbe mit anderen Hülfsmitteln als den gewöhnlichen, d. h. dem Verfolgen der Fasern mit dem Messer, welches hier durchaus nicht ausreicht, zu lösen gesucht, nämlich *E. Weber* (Art.: Muskelbewegung in *Wagn.* Handwb. d. Phys. III. 2. p. 20—22) an mit kohlensaurem Kali erhärteten Präparaten, *Stilling* durch mikroskopische Verfolgung von Schnitten in Alkohol erhärteter Theile, ich selbst, und in neuester Zeit *Lenhossek* und zum Theil auch *Jacubowitsch* und *Schröder*. Meine eigenen an Chromsäurepräparaten, die grösstentheils durch Natron durchsichtig gemacht wurden, erhaltenen Resultate stimmen fast in Allem mit denen von *Stilling* überein, dem wir sehr schöne Arbeiten über die *Medulla oblongata* und den *Pons Varoli* verdanken. Die genannten Nerven entspringen ohne Ausnahme nicht von den Strängen oder Fasermassen, aus denen sie herauskommen, sondern dringen Alle mehr oder minder tief in die Centraltheile hinein und setzen sich hier wahrscheinlich Alle, zum Theil erst nachdem sie sich gekreuzt haben, wie die *Trochleares*, mit bestimmten Partieen von grauer Substanz in Verbindung, welche *Stilling* nicht unpassend Nervenkerne (Accessoriuskern z. B.) nennt. Namentlich ist es der Boden der Rautengrube und der Sylvischen Wasserleitung, der in dieser Beziehung eine grosse Rolle spielt, indem alle die genannten Nerven wenigstens theilweise zu demselben sich erstrecken. Das Genauere über diese Verhältnisse ist bei *Stilling*, in meiner mikr. Anat. II. 1. S. 458—462 und bei *Lenhossek* nachzusehen.

Lenhossek's Untersuchungen über die *Med. oblongata* haben in mehrfachen Beziehungen andere Resultate ergeben als die von *Stilling* und mir und hebe ich hier besonders folgendes hervor.

1. Die Oliven sollen die Primitivfasern ihrer Marksubstanz durch eine ununterbrochene Reihe von Bündeln (*Pedunculi olivae*) beziehen, welche in ähnlicher Weise wie die z. Th. neben ihnen verlaufenden Hypoglossuswurzeln vom Boden der Rautengrube entspringen (d. h. so, dass sie ebenfalls z. Th. von der andern Seite herkommen und sich kreuzen) und bogenförmig nach vorn und aussen verlaufen. Alle diese Fasern enden nach *Lenhossek* an den Zellen der Olivenrinde.

2. Ausserdem beschreibt *Lenhossek* eine Commissur der Oliven als eine quere starke Markmasse, welche in der Gegend zwischen der mittleren und obern Hypoglossuswurzel von einem Hilus der Olive zum andern dringe und ebenfalls in derselben sich verliere.

Mit Bezug auf diese Angaben habe ich folgendes zu bemerken. Was erstens die Quercommissur der Oliven betrifft, so existirt eine solche in der Art wie sie *Lenhossek* abbildet, d. h. als eine reine mit Längsfasern unver-

mischte Masse von Querfasern nicht, dagegen findet sich an der angegebenen Stelle allerdings eine stärkere Ansammlung von queren Nervenröhren, welche, wenn auch von zahlreichen, doch von feineren Längsbündeln als sie höher oben und weiter unten an dieser Stelle vorkommen, durchsetzt wird. Diese Querfasern, die von einer Markmasse der Oliven zur andern ziehen, wobei sie z. Th. den Pyramidenkern *Stilling's* durchsetzen, und somit eine Art Commissur der Oliven darstellen, sind jedoch schon von *Stilling (Med. obl.)* und mir (Mikr. Anat. und Handb.) beschrieben worden. Wir beide zeigten zugleich, dass dieselben zu dem grossen System von innern Querfasern der *Medulla oblongata* gehören, welche, einem guten Theile nach die Olivenrinde bloss durchsetzend, von den *Corpora restiformia* aus bogenförmig zur Raphe laufen, wo sie untereinander sich verbinden (*Stilling*, *Med. obl*. Tab. V. VI, m. Mikr. Anat. Fig. 136). Dass *Lenhossek* diese so leicht wahrnehmbaren und zahlreichen, die Olivenrinde nur durchsetzenden Fasern nicht gesehen hat, erweckt kein günstiges Vorurtheil für seine Angaben. Zweitens *Lenhossek's Pedunculi olivae* anlangend, so kann ich dieselben in der Weise, wie er sie beschreibt, nicht finden. Nach meinen Erfahrungen verlaufen in der angegebenen Richtung einmal ein Theil der Wurzelfasern des Hypoglossus, die, wie schon *Stilling* und ich angegeben haben, durchaus nicht immer vor den Oliven vorbeigehen, sondern gar nicht selten mehr weniger tief in die Markmasse derselben eintreten und dann erst, die Olivenrinde vorn durchsetzend, gegen die Austrittsstelle des Nerven verlaufen. Da diese Bündel auf Schnitten nicht immer in ihrem ganzen Verlaufe sichtbar sind, so können sie leicht für besondere Olivenstiele gehalten werden. Ausserdem schienen mir aber zweitens auch noch andere Fasern von ganz ähnlichem Verlaufe vorzukommen, welche, nachdem sie mehr weniger tief in das Olivenmark eingedrungen waren, das Organ wieder verliessen, indem sie ebenfalls vorn die Rinde desselben durchsetzten und dann an die bogenförmigen Fasern aussen an den Oliven sich anschlossen. Mit Bezug auf diese Fasern kann ich jedoch meine Untersuchungen noch nicht als abgeschlossen ansehen und will ich daher auch die Möglichkeit, dass von diesen Fasern eine gewisse Zahl in der Olive verbleibt, nicht bestimmt läugnen, immerhin habe ich noch zu bemerken, dass alle Fasern, die vom Boden der Rautengrube in die Olive sich verfolgen lassen, compacte Bündel etwas stärkerer Fasern bilden, und dass ich noch kein Anzeichen einer pinselförmigen Auflösung derselben in der Olive oder einer statthabenden Verfeinerung wahrgenommen habe, was auch gegen *Lenhossek's* Auffassung spricht.

3. Auch in der *Med. oblongata* beschreibt *Lenhossek* dieselben radiären Fasern wie im Marke (siehe oben). Es ist nicht zu bezweifeln, dass, was *L.* in seiner Fig. 1 auf Tab. II. bei *gg.* als solche abbildet, Nervenfasern sind, mit Bezug auf die Gesammtanschauung muss ich jedoch auf das oben bemerkte verweisen.

4. Die *Fibrae antero-posteriores* der Raphe entspringen nach *Lenhossek* vom Boden der Rautengrube und sollen sich kreuzen, wie dies auch schon von *Stilling* angegeben wurde. — Von einem Theile dieser Fasern bezweifle ich den angegebenen Ursprung nicht, dagegen geht ein anderer, wie ich gezeigt habe, aus sich umbiegenden Querfasern hervor.

5. Die longitudinalen Fasern der *Med. obl.* sollen nach *L.* nach oben spitzwinklige Verästelungen bilden und so nach und nach die Bündel gegen das Hirn an Stärke zunehmen, eine sehr auffallende Behauptung, für die alle nähern Belege fehlen.

6. Vom *N. accessorius* sagt *L.*, dass derselbe in seinem grössten Theile so an der äussere Oberfläche der *Pia mater* verlaufe, wie die Purkinje'schen Nervenplexus derselben, und schon in der Lendengegend nachzuweisen sei; von da an aufwärts sollen überall Fasern, die wie die des radiären Systemes verlaufen, als Wurzeln desselben fungiren.

§. 118.

Das kleine Gehirn, *Cerebellum,* zeigt in Bezug auf die Vertheilung der Elementartheile ziemlich einfache Verhältnisse, indem graue Substanz nur an der Oberfläche der Windungen, im *Nucleus dentatus* und an der Decke des *Ventriculus quartus* sich findet, alles übrige aus weisser Substanz

besteht. Die letztere besteht einzig und allein aus parallel verlaufenden, wahrscheinlich unverästelten, dunkelrandigen Nervenröhren, welche alle Charactere centraler Röhren (Zartheit, leichtes Varicöswerden, leichte Isolirbarkeit des Axencylinders u. s. w.) besitzen, an fast allen Orten, so viel sich ermitteln lässt, sich wesentlich gleich verhalten und einen Durchmesser von 0,0012 — 0,004‴ in den Extremen, von 0,002‴ im Mittel darbieten. Die graue Substanz zeigt sich erstens ganz spärlich an der Decke des *Ventriculus quartus* über dem *Velum medullare inferius* in Gestalt 0,02 — 0,03‴ grosser, in die weisse Substanz eingestreuter und von einem scharfen Auge ohne weiteres zu erkennender brauner Nervenzellen *(Substantia ferruginea superior, mihi)* und 2) im *Nucleus dentatus*, dessen grauröthliche Lamelle eine bedeutende Zahl von gelblich pigmentirten Nervenzellen von mittlerer Grösse (0,008—0,016‴), und zwei bis fünf Fortsätzen enthält, die von vielen aus dem weissen Kern des *Nucleus dentatus* in die Marksubstanz der Hemisphäre übergehenden Nervenfasern durchsetzt werden und vielleicht auch theilweise mit denselben in directen Verbindung stehen.

Verwickelter sind die Verhältnisse der grauen Substanz an der Oberfläche der Windungen des kleinen Hirns (siehe meine Mikr. Anat. Taf. IV. Fig. 4). Dieselbe besteht bekanntlich überall aus einer inneren rostfarbenen und einer äusseren grauen Schicht, welche, mit Ausnahme der Furchen, in denen die innere Schicht meist stärker ist, so ziemlich dieselbe, jedoch nicht überall gleiche Mächtigkeit besitzen.

Die innere rostfarbene Schicht (Körnerschicht, *Gerlach*) enthält Nervenfasern und grosse Massen scheinbar freier Kerne. Die ersteren stammen ohne Ausnahme aus der weissen Substanz und treten im Allgemeinen einander parallel, jedoch in jeder Windung auf dem Querschnitte leicht pinselförmig sich ausbreitend, geraden Weges von innen her in die rostfarbene Schicht ein. In dieser verlaufen sie ebenfalls noch von innen nach aussen bis zur grauen Schicht, lösen sich jedoch in viele, meist feine Bündel auf, die vielfach mit einander sich verflechten, so dass die ganze rostfarbene Schicht von einem dichten, aber zarten Maschenwerk von Nervenfasern durchzogen wird, das an die Endplexus in peripherischen Theilen, z. B. im Acusticus, in den Haarbälgen der Tasthaare u. s. w. erinnert. In den Maschenräumen dieses Nervenplexus liegen in Menge dunkle, runde Kerne von 0,002—0,004‴, im Mittel 0,003‴ Grösse, welche sehr häufig einen deutlichen Nucleolus zeigen und möglicherweise alle zu zarten Zellen gehören, indem man bei sorgfältiger Untersuchung unter ihnen auch solche findet und auch sonst an vielen Kernen eine körnige Umhüllungsmasse erkennt.

Indem die Nervenfasern der weissen Substanz durch die rostfarbene Schicht hindurchziehen, verdünnen sie sich nach und nach, die meisten bis zu einem Durchmesser von 0,0012‴, und treten dann so verfeinert in die äussere, graue Schicht der Rinde ein. Diese besteht, obschon dem äusseren Ansehen nach überall ganz gleich, aus zwei, jedoch nicht scharf abgegrenzten Lagen, von denen die innere Nervenfasern und sehr ausgezeichnete grosse Nervenzellen enthält, die äussere dagegen nur eine feinkörnige, blasse, leichtgelbliche Substanz, die überhaupt durch diese ganze, graue Schicht

verbreitet ist, und kleine Nervenzellen führt. Die körnige Substanz stimmt morphologisch und physikalisch mit dem oben schon beschriebenen Inhalte der Nervenzellen überein, färbt sich jedoch in carminsaurem Ammoniak nicht *(Gerlach)*; dieselbe ist zähe, elastisch, in Essigsäure dunkler, in Natron heller werdend und in letzterem grösstentheils sich lösend, und erscheint am reinsten in der äusseren Hälfte der grauen Schicht, namentlich zunächst an der *Pia mater*. Die kleinen Nervenzellen sind im Ganzen genommen nicht zahlreich. Sie finden sich durch die ganze graue Schicht vereinzelt von 0,004—0,008‴ Grösse, häufiger nahe der Oberfläche und gegen die rostfarbene Schicht zu, auch wohl in dieser selbst *(ich, Gerlach)* und zeigen bei gelungener Präparation, namentlich an Chromsäurepräparaten meist mehrere zarte Fortsätze, die sich jedoch nie weit verfolgen lassen und häufig dicht an den Zellen abgerissen sind. Ausserdem kommen mit diesen Zellen ebenfalls noch hie und da, im Ganzen spärlich, scheinbar freie Kerne von 0,0020—0,0048‴ vor, die jedoch wie in der rostfarbenen Lage hie und da deutliche Anzeichen einer Umhüllung zeigen — Ganz verschieden von diesen kleineren Elementen und sehr eigenthümlich sind die grossen, von *Purkyně* entdeckten Zellen der grauen Schicht (Fig. 159). Dieselben, von 0,016—0,03‴ Grösse und runder birn- oder eiförmiger Gestalt mit feinkörnigem ungefärbtem Inhalt,

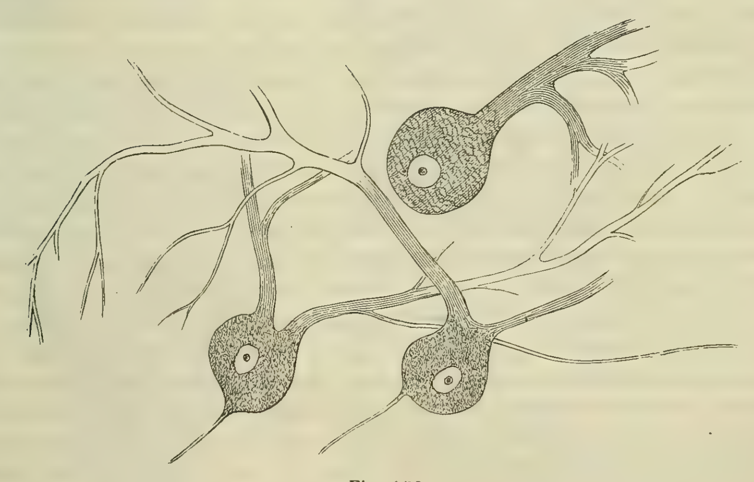


Fig. 159.

finden sich nur in den innersten Theilen der grauen Schicht an der Grenze der rostfarbenen Lage, nicht selten, wenigstens einzelne von ihnen, noch theilweise in die Kerne derselben eingebettet in einfacher oder mehrfacher Lage und haben 2—3, selten 4 lange und vielfach verästelte Fortsätze, von denen meist ein zarterer nach innen, die stärkeren nach aussen gerichtet sind. Am Ursprunge sind die äusseren Fortsätze bis 0,007, ja selbst 0,008‴ dick, und äusserst feinkörnig oder sehr zartstreifig; im weiteren Verlaufe werden

Fig. 159. Grosse Zellen der grauen Schicht der Rinde des kleinen Hirnes des Menschen, 350mal vergr.

sie mehr homogen und verästeln sich zugleich aufs mannigfachste und zierlichste, so dass schliesslich aus jedem Fortsatze ein grosses Büschel ganz feiner Fäserchen, von einem Durchmesser von kaum 0,0002''' die feinsten, entsteht. Hierbei dringen sie einem Theile nach mehr horizontal in die graue Schicht hinein, die meisten ziehen jedoch gerade nach aussen und erstrecken sich bis an die äussere Oberfläche der grauen Schicht, wo sie, wenigstens z. Th., mit leichten knopf- oder birnförmigen Anschwellungen zu enden scheinen, und eine häufig recht deutliche senkrechte Streifung bedingen, welche auch von *Bergman* bei Thieren aber nicht beim Menschen gesehen aber nicht auf die Ausläufer der Zellen bezogen wurde. Indem die Hauptverlängerungen der Fortsätze in genannter Weise die graue Schicht durchziehen, der sie auch weiter nach innen ein eigenthümlich streifiges Ansehen verleihen, geben sie unter spitzen oder rechten Winkeln ihre Aeste ab, durch welche dann nicht selten eine mit der erwähnten Streifung unter einem grösseren oder kleineren Winkel sich kreuzende zweite entsteht.

In dem innersten Theile der grauen Schicht, zwischen den grossen Zellen, finden sich nun auch noch viele Nervenfasern, die jedoch wegen ihrer Zartheit und leichten Zerstörbarkeit sehr schwer zu verfolgen sind, jedoch wie ich gegen *Gerlach* zu bemerken habe, auch an Chromsäurepräparaten und zwar nach Natronzusatz sich erkennen lassen. Dieselben kommen aus der rostfarbenen Schicht und verbreiten sich unter fortgesetzter Plexusbildung in dem inneren Drittheil der grauen Lage zwischen den grossen Zellen und ihren Fortsätzen. Verfolgt man dieselben genauer, so ergibt sich 1) dass sie bestimmt keine Endschlingen bilden, wie sie *Valentin* und *Hyrtl*, die vielleicht feine Plexus für solche nahmen, gesehen zu haben glauben, und 2) dass dieselben immer feiner und blasser werden, indem sie von ihrer anfänglichen Dicke von 0,0012''' bis zu der von 0,0006 und 0,0004''' herunter gehen und ihre dunklen Contouren mit immer blasseren vertauschen, bis sie schliesslich einzeln und mehr gerade verlaufend und von den Fortsätzen der Nervenzellen nicht mehr zu unterscheiden, an der Grenze des innern Drittheiles der grauen Schicht gegen das Mittlere und selbst noch weiter nach aussen sich verlieren. Da nun auch die Axencylinder dieser Nervenröhren, da wo dieselben schon deutlich dunkelrandig sind, durch ihre eigenthümliche unregelmässige Begrenzung ganz mit den feineren Fortsätzen der grossen Zellen übereinstimmen, so stehe ich nicht an es für sehr wahrscheinlich zu erklären, dass alle Nervenröhren mit den Ausläufern derselben und wohl auch der kleineren Zellen verbunden sind.

Die *Crura cerebelli* bestehen alle aus nichts als aus parallel verlaufenden Nervenröhren ohne Beimengung von grauer Substanz, entsprechend denen der Markmasse des kleinen Gehirnes selbst, als deren Fortsetzung dieselben zu betrachten sind.

Der Zusammenhang der Elemente in der Rinde des Cerebellum ist neulich (l. i. c.) von *Gerlach* in ganz eigenthümlicher Weise dargestellt worden. Nach ihm unterliegen die Nervenröhren schon in der weissen Substanz der Windungen vielfachen Theilun-

gen und werden bereits hier in ihrem Verlaufe von einzelnen Körnern unterbrochen. In noch viel ausgedehnterem Grade ist letzteres der Fall in der rostfarbenen oder Körnerlage der grauen Substanz, in der gleichfalls Theilungen der Nervenröhren vorkommen und die letztern überhaupt ausserordentlich fein werden. *Gerlach* denkt sich (Siehe s. schemat. Fig. 3. Tab. I.), dass die sehr verfeinerten Fasern hier ein Netzwerk bilden, in dessen Knotenpunkten die Körner sitzen, die nach ihm wahrscheinlich kleine Zellen sind. An der äussern Grenze der rostfarbenen Lage lässt er dann endlich die Elemente dieses Flechtwerkes theils direct mit den nach innen gehenden Fortsätzen der grossen Nervenzellen zusammenhängen, theils durch Vermittlung neuer Körner mit den äussern Ausläufern derselben sich vereinen. Ob dies von allen diesen Ausläufern gilt, ist nicht mit Bestimmtheit gesagt, nur erklärt sich *G.* dahin, dass die Frage, ob dieselben auch untereinander anastomosiren, noch eine offene sei. Mit dieser Darstellung kann ich aus mehrfachen Gründen nicht einverstanden mich erklären. Ich habe bei neuerdings vorgenommener Untersuchung des Cerebellum mich durchaus nicht davon überzeugen können, dass die Körner mit den Nervenröhren zusammenhängen, oder dass die letztern sich theilen, obschon auch ich an den Körnern gar nicht selten die von *Gerlach* beschriebenen Fädchen anhängen sehe und nicht abgeneigt bin, die meisten derselben für Zellen zu halten. Hierzu kommt nun, dass meinen Erfahrungen zufolge die Nervenröhren der rostfarbenen Lage ganz anders sich verhalten als *G.* es schildert. Weit entfernt so fein zu werden, wie er zeichnet, gehen sehr viele derselben als deutlich dunkelrandige Fasern durch die ganze Körnerschicht und bilden hier den reichen im §. erwähnten Plexus, von dem ich hier eine Abbildung gebe, in dessen Maschen die Körner liegen. Ich glaube auch versichern zu können, dass bei weitem die grösste Zahl dieser Fasern immer als dunkelrandige in die rein graue Lage übergeht und erst hier ihr Ende erreicht, das, wie ich im §. angab, an den Ausläufern der Zellen, jedoch, wie es scheint, ohne Vermittlung von Körnern zu suchen ist. Es will mir vorkommen, als ob die Körner sammt der sie umgebenden feinkörnigen Grundsubstanz nichts als ein indifferentes Stroma nicht nervöser Natur zur Stütze des zarten Nervenplexus, z. Th. auch Ausfüllungsmasse seien und in derselben Weise möchte ich nun auch die feinkörnige Grundsubstanz in der reingrauen Schicht ansehen. Will man dieses Stroma Bindesubstanz nennen, so kann dies von einem ganz allgemeinen vergleichenden histologischen Gesichtspunkte aus geschehen, doch wolle man in diesem Falle sowohl in chemischer als in histologischer Beziehung alle Vergleichungen mit gewöhnlichen Bindesubstanzen fernhalten.

Dem Gesagten zufolge stimme ich mit *G.* wohl in sofern überein, als auch ich die Nervenröhren

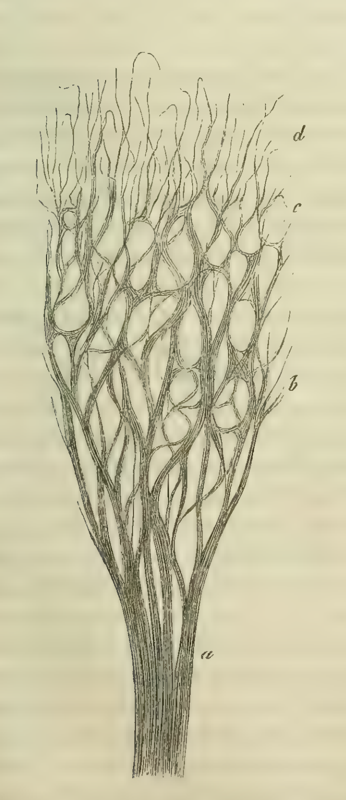


Fig. 160.

Fig. 160. Nervenröhrenverlauf an der Oberfläche des kleinen Hirns. *a.* Röhren der weissen Markmasse. *b.* Nervenplexus der *Subst. ferruginosa.* *c.* Grenzen dieser Substanz. *e* Ausläufer der dunkelrandigen Röhren in die rein graue Lage. Geringe Vergrösserung.

des Cerebellum an den grossen (und auch den kleinen) Zellen der Rinde entspringen lasse, was schon nach den von mir früher mitgetheilten Thatsachen nicht anders angenommen werden konnte, auf der andern Seite herrscht aber, abgesehen von der verschiedenen Auffassung der Körner, zwischen uns der grosse Unterschied, dass ich nicht viele Ausläufer einer Zelle schliesslich in Eine einzige Nervenröhre übergehen lasse wie *G.*, sondern der Meinung bin, dass jede Nervenfaser immer nur mit einem einzigen der zahlreichen Zellenfortsätze sich verbindet. Bei dieser Auffassung erklärt sich die grosse Zahl von Nervenröhren trotz der geringen Anzahl der Zellen leicht, während nach der von *G.*, abgesehen davon, dass dieselbe mit allem dem, was wir sonst über Nervenursprünge wissen, im Widerspruch ist, keine Möglichkeit vorliegt, dieselbe zu begreifen. Wenn es gestattet ist, noch ins Reich der Hypothesen sich zu versteigen, so möchte ich glauben, dass die (spärlichen) Nervenröhren die mit den inneren Fortsätzen der grossen Zellen verbunden sind, eine andere physiologische Bedeutung haben, als die zahlreicheren von den äussern Ausläufern abtretenden, in welchem Falle dann die Zelle die Vermittlung zwischen beiden übernähmen. Nicht unmöglich wäre es auch, dass die letzteren Röhren alle zu Querfasern des *Pons* würden, die erstern dagegen in die *Crura superiora et inferiora* übergingen. Vielleicht sind auch Anastomosen der Zellenausläufer da, doch war ich bis jetzt noch nicht im Falle etwas Sicheres der Art zu sehen und enthalte ich mich daher eines bestimmten Urtheils.

§. 119.

Ganglien des grossen Gehirns. Die drei Ganglienpaare des grossen Hirnes, Vierhügel, Sehhügel und Streifenhügel bestehen Alle aus mächtigen Ansammlungen von grauer Substanz und aus Nervenfasern, von denen die ersteren zum Theil ganz isolirt für sich dastehen *(Corpus striatum)*, zum Theil unter sich und mit tieferliegenden grauen Partieen zusammenhängen *(Thalami optici, Corpora quadrigemina)*, die letzteren die Ganglien einerseits mit dem kleinen Gehirn und verlängerten Mark, andrerseits mit den Hemisphären des grossen Hirnes verbinden.

Der Streifenhügel enthält zwei grosse graue Kerne, den *Nucleus caudatus* vorn und oben und den *N. lenticularis* unten und hinten, welche jedoch vorn mit einander zusammenhängen und Eine Masse bilden, ausserdem den dünnen *N. taeniaeformis* mit der *Amygdala* aussen am Linsenkern, und steht vorzüglich mit der Basis der Hirnstiele oder der Fortsetzung der Pyramiden in Verbindung, die mit vielen weissen Bündeln in ihn einstrahlt. Die graue Substanz zeigt, wie fast überall, Nervenzellen und feine Nervenfasern. Die ersteren von 0,006—0,018''' Grösse, sind zum Theil farblos, zum Theil, wie besonders im *N. caudatus* und 3. Gliede des *N. lenticularis*, pigmentirt, haben 2—5 Fortsätze und finden sich in um so grösserer Menge, je dunkler die graue Substanz ist.

Die Nervenfasern lassen sich dem grössten Theile nach auf die der Basis der Hirnstiele zurückführen. Dieselben, dunkelrandige Röhren von 0,0012—0,005''', die meisten von 0,002—0,004''' Breite, dringen in geradem Verlauf und alle parallel nebeneinanderliegend in das erste Glied des Linsenkernes und den vordersten dicksten Theil des geschwänzten Kernes ein. Verfolgt man dieselben im Linsenkern weiter, so sieht man, wie sie in grösseren und kleineren Bündeln und an Stärke etwas abnehmend (die meisten von 0,0012—0,003'''), geraden Weges durch die mehr spärliche graue Substanz der zwei ersten Abschnitte desselben hindurchziehen, um zuletzt in dem äus-

sersten grössten Abschnitte pinselförmig auszustrahlen und sich zu verlieren. In diesen treten nämlich aus dem zweiten Gliede weisse Bündel von 0,04—0,14‴, mit Fasern von 0,0012—0,002‴, eines neben dem andern ein, die leicht divergirend und in kleinere Bündel sich theilend in der Richtung gegen den äusseren Rand des Linsenkernes weiter ziehen, und, bevor sie denselben erreicht haben, für das blosse Auge verschwinden. Verfolgt man dieselben an Chromsäurepräparaten mikroskopisch, so ergibt sich, dass die Bündel bis nahe an den äussersten Theil des Linsenkernes gehen, jedoch allmählich in kleinere Bündel und in einzelne Fasern sich auflösen und aufs mannigfachste untereinander sich verflechten. Dass diese Fasern hier enden und nicht in die Markmasse der Hemisphären weiter gehen, darf als ausgemacht betrachtet werden, da von einem weiteren Fortgange derselben auch nicht das Mindeste zu beobachten ist und doch ein solcher, wenn vorhanden, dem Blicke sich nicht entziehen könnte; zweifelhaft ist dagegen auch hier das Wie. Ich kann nur so viel mittheilen, dass die Fasern der eintretenden Nervenbündel im dritten Abschnitte des Linsenkernes, wie sich an sehr vielen direct beobachten lässt, nach und nach so weit sich verdünnen, dass sie nur noch 0,0008‴, 0,0006‴, ja selbst bloss 0,0004‴ messen und fast ganz blass aussehen, so dass sie kaum mehr von den feineren Fortsätzen der Nervenzellen sich unterscheiden, mit denen sie wohl auch unzweifelhaft zusammenhängen. — In eben beschriebener Weise verhalten sich auch alle in den *N. caudatus* eintretenden Fasern, von denen die einen direct von der Basis der Hirnstiele aus in denselben eingehen, die andern, in seinen dünneren Theil tretenden, offenbar aus dem *Nucleus lenticularis* stammen und zuerst die zwei ersten Glieder desselben durchsetzen; auch hier findet sich kein Uebergang von solchen Fasern ins Mark der Hemisphären, sondern eine Auflösung der Bündel in Netze feinster, fast markloser Fasern und wahrscheinlicher Zusammenhang derselben mit den Zellen.

Ausser den eben beschriebenen, auf jeden Fall sehr zahlreichen Nervenfasern, welche von den Hirnstielen abstammen und im Streifenhügel enden, enthalten dessen Kerne noch eine bedeutende Zahl anderer, deren Herkunft zum Theil schwer, zum Theil gar nicht anzugeben ist. Eine Art dieser Röhren glaube ich mit Bestimmtheit herleiten zu können. Im äussersten Theile der grossen Kerne des Streifenhügels findet man auf verschiedenen Durchschnitten eine bedeutende Zahl mässig starker, jedoch von blossem Auge nicht sichtbarer Bündel, die durch ihre verhältnissmässige Dicke und die Durchmesser ihrer Röhren (von 0,0012—0,002‴) von den hier ganz verfeinerten und in Netze aufgelösten Fasern der Hirnstiele sich unterscheiden. Es ergibt sich leicht, dass alle diese Bündel aus der Markmasse der Hemisphären kommen und nachdem sie, wie es scheint, an der Grenze der Streifenhügelkerne auf eine gewisse Strecke der Oberfläche parallel verlaufen sind, in dieselben eintreten. Manche dieser Fasern setzen auch einfach aus der Markmasse in die Ganglien hinein und kreuzen sich auf diesem Wege unter rechtem Winkel mit den ersteren Fasern. Diese Fasern gehen bündelweise beisammen mehr oder weniger tief in die graue Substanz der Streifenhügel, beim *N. lenticularis* in die des dritten Gliedes hinein und enden dann, wie ich gefunden zu haben

glaube, ohne sich namhaft auszubreiten, Plexus zu bilden oder sich weiter zu verschmälern, indem ihre Fasern Schlingen mit nahe beisammen liegenden Schenkeln bilden, von welchen Schlingen natürlich nicht behauptet werden soll, dass sie Endschlingen sind.

Wenn es verhältnissmässig noch leicht ist, den Bau des Streifenhügels wenigstens in seinen Hauptzügen aufzudecken, so verhält es sich mit den Seh- und den Vierhügeln ganz anders, besonders weil hier die Nervenfasern weniger bündelweise, sondern mehr isolirt und aufs innigste mit grauer Substanz gemengt verlaufen und daher zum Theil durchaus nicht auf grössere Strecken sich verfolgen lassen. Leicht ist allerdings auch hier die Erforschung der grauen Substanz selbst und bieten die Elemente derselben, die Nervenzellen, nichts besonderes dar, ausser dass dieselben im Sehhügel meist intensiver gefärbt, die der Vierhügel dagegen blass sind. Die Nervenfasern anlangend, so ist allerdings ganz sicher, dass der obere Theil der Hirnstiele, d. h. die *Crura cerebelli ad corpora quadrigemina*, die Fortsetzungen der Olivarstränge, Theile der *Corpora restiformia* und die *Eminentiae teretes* in die genannten Ganglien eingehen, jedoch hat es mir bisher nicht gelingen wollen, über deren Verlauf etwas Bestimmtes auszumitteln. Nur das glaube ich angeben zu können, dass die genannten Fasermassen, wenigstens einem grossen Theile nach, nicht in die Markmasse der Hemisphären übergehen, sondern in diesen Ganglien enden, weil einerseits die meisten ihrer Fasern von dem anfänglichen Durchmesser von 0,0012—0,004‴ bis zu den geringsten unter 0,001‴ befindlichen herabsinken und andrerseits an der der Markmasse zugewendeten Seite der Sehhügel von einem solchen Uebergange nichts sich findet. Auszunehmen ist jedoch der oberflächliche weisse Beleg der fraglichen Ganglien, der immerhin eine Beziehung derselben zu den Hemisphären vermitteln könnte, indem die Fasern desselben von 0,001—0,003‴, selbst darüber, bündelweise gelagert und in verschiedenen Richtungen horizontal sich kreuzend, nicht in denselben zu enden scheinen. Wie diese Punkte ist auch das Verhalten des Sehnerven zum Vier- und Sehhügel, und dasjenige des *Fornix* zu dem letzteren nicht ganz klar, so dass es als sehr erfreulich erscheint, dass wenigstens eine andere Hauptfrage sich ziemlich sicher beantworten lässt. Untersucht man den äusseren Theil der Sehhügel, so findet man, dass derselbe an eine bedeutende Masse weisser Substanz anstösst, die auf den ersten Blick als Fortsetzung der Basis der Hirnstiele unten und aussen am Sehhügel, zwischen Linsenkern und geschwänztem Kern des Streifenhügels hindurch, geraden Weges in das Mark der Hemisphären eingeht. Bei näherer Besichtigung ergibt sich, dass diese weisse Substanz zum Theil, wie schon oben angegeben wurde, in den Streifenhügel, namentlich in den Linsenkern eingeht, zum Theil von aussen nach innen aus der Hemisphäre in den Sehhügel ausstrahlt. Es treten nämlich von ihr aus, schon von blossem Auge sichtbare, sehr zahlreiche weisse Bündel in der ganzen Höhe der *Thalami* in diese ein, verlaufen nach der oberen Fläche, dem oberen inneren Rande und gegen das *Pulvinar* zu und verlieren sich schliesslich gerade ebenso, wie die aus dem Hirnstiel in das *Corpus striatum* sich fortsetzenden Fasern, d. h. es lösen sich diese Bündel, die an-

fänglich Elemente von 0,0012—0,0025''' führen, zuletzt in äusserst dichte Verflechtungen der allerfeinsten Fasern von 0,0004 — 0,0008''' auf, deren wirkliche Endigungen nicht zu verfolgen sind.

Ich berühre noch den Bau einiger mit den beschriebenen Ganglien in Zusammenhang stehenden Gebilde Die *Substantia nigra* der Hirnstiele enthält ganz ähnliche pigmentirte Zellen, wie die *Substantia ferruginea*, nur meist etwas kleiner und mit weniger Fortsätzen, umgeben von Nervenfasern der allerfeinsten und stärkerer Art. Die *Commissura mollis* führt kleinere Zellen mit 1, 2, 3 und mehr Fortsätzen und leicht pigmentirtem Inhalt, daneben sehr viele netzförmig angeordnete, senkrecht und horizontal verlaufende feine Fasern von 0,0012—0,0016''', mit noch feineren unter 0,001''' und einzelnen stärkeren bis 0,004'''. Die *Glandula pinealis* enthält blasse rundliche Zellen ohne alle Fortsätze, ferner multipolare Nervenzellen und spindelförmige Zellen mit Ausläufern (*Förster*), spärliche Nervenfasern von 0,001—0,002''', ausserdem meist viel Hirnsand (siehe §. 120). Die Stiele derselben, ihre Ausläufer nach vorn und die *Commissura posterior* führen Röhren von 0,001—0,003''', zum Theil auch von den allerfeinsten Fasern. Der Boden des dritten Ventrikels zeigt unmittelbar unter und hinter der vorderen Commissur ganz grosse und kleinere farblose Zellen mit 1—4 zum Theil sehr starken Fortsätzen. Dieselben liegen in grosser Zahl in reichen Plexus feiner Röhren von 0,0004—0,0012''' und finden sich, wenn auch nicht in der angegebenen Grösse, doch sonst ganz ähnlich auch im *Corpus mammillare* ebenfalls mit den zahlreichsten feinsten Fasern gemengt und noch kleiner, von 0,008—0,012''', meist nur mit zwei Fortsätzen im *Tuber cinereum*. Die *Hypophysis cerebri* enthält in ihrem vorderen röthlichen Lappen keine Nervenelemente, vielmehr nach *Ecker* (Art. »Blutgefässdrüsen« in Wagn. Handw.) die Elemente einer Blutgefässdrüse, d. h. ein Bindegewebsstroma mit sehr gedrängten und weiten Blutgefässen (*Ecker* l. i. c.) in dessen Maschen 0,030—0,090 mm grosse Blasen (Zellen?) liegen, die bald nur Kerne und eine feinkörnige Masse, bald deutliche Zellen, bei älteren Leuten auch colloidähnliche Massen enthalten. Der hintere kleinere Lappen besteht aus einer feinkörnigen Masse mit Kernen und Blutgefässen und besitzt auch feine varicöse Nervenröhren, die wie die Gefässe vom Trichter herabgelangen.

Ich halte den Nachweis, dass die Fasern der Hirnstiele in den Ganglien des Gehirns enden und dass die weisse Masse der Hemisphären aus eigenthümlichen Röhren besteht, die von den Windungen aus bis in die Ganglien und vielleicht bis zur *Medulla oblongata* sich erstrecken, ohne mit denen der Hirnstiele zusammenzuhängen, für eines der wichtigsten Resultate, zu denen ich bei meinen Untersuchungen über das centrale Nervensystem gelangt bin, indem hierdurch die schon lange vermuthete Trennung der animalen und psychischen Sphäre des centralen Nervensystems zum ersten Male anatomisch demonstrirt und erklärt ist, warum die weisse Masse der Hemisphären gereizt, weder Schmerzen noch Bewegungen veranlasst. — Ich freue mich, dass in der neuesten Zeit *R. Wagner* diese meine Erfahrungen bestätigt gefunden hat (l. c. p. 43). Auch er nimmt wie ich an, dass die Fasern der Hirnstiele von den Nervenzellen der Seh- und Streifenhügel entspringen und die der Hemisphären von den Zellen der grauen Rinde und zugleich zum Theil von denen der Ganglien, scheint jedoch diesen Zusammenhang ebenfalls nicht direct gesehen zu haben, was auch meiner Meinung nach fast unmöglich ist.

§. 120.

Hemisphären des grossen Gehirns. Die weisse Substanz der Halbkugeln des grossen Hirns besteht durchweg aus Nervenröhren von 0,0012—0,003‴, im Mittel 0,002‴ ohne irgend welche Beimengung von grauer Substanz. Diese Fasern, über deren Verlauf wir im speciellen noch äusserst wenig wissen, verlaufen nie in Netzen oder Bündeln, sondern alle einander parallel und meist auch gerade und gehen unzweifelhaft vom Balken und den Ganglien des grossen Hirnes aus bis zur oberflächlichen grauen Substanz, wobei es unausgemacht bleiben muss, ob dieselben in ihrem Vorschreiten sich theilen oder nicht. Ausser diesen Fasern enthalten aber die Hemisphären, auch abgesehen von der *Commissura anterior*, vom Gewölbe und dem Ursprunge des Opticus, noch andere, die unter einem rechten Winkel mit denselben sich kreuzen. Ich fand dieselben einmal an der äusseren Seite der Streifenhügel, wo sie zum Theil zu den Fasern gehörten, die aus den Hemisphären in den Streifenhügel eintreten und in ihm enden, vielleicht auch zum Theil zu der Ausstrahlung des Balkens in den Unterlappen, und zweitens in den oberflächlichsten Lagen der weissen Substanz, unfern der grauen Belegungsmasse, wo dieselben in nicht unbeträchtlicher Zahl und zum Theil auch schief verlaufend vorkommen und in Bezug auf ihre Herkunft sich nicht ergründen liessen *(Laminae arcuatae, Arnold, Fibrae arcuatae, Förg.).* Ob ausser diesen Faserzügen noch andere und welche sich finden, muss die Zukunft lehren.

Die graue Substanz der Windungen liegt in Betreff ihres feineren Baues ziemlich offen da (siehe meine Mikr. Anat. Taf. IV. Fig. 2). Man unterscheidet an derselben am passendsten drei Lagen, eine äussere weisse, eine mittlere reingraue und eine innere gelblich-röthliche. Die letztere, welche an Dicke den beiden andern meist gleichkommt, hat gewöhnlich an ihrer äussersten Grenze einen helleren, oft fast weissen Streifen und hie und da weiter innen eine zweite schmälere und mindere weisse Lage, so dass dann vier oder selbst folgende sechs Lagen da sind: 1) gelbröthliche Lage, innerer Theil, 2) erster weisser Streifen, 3) gelbröthliche Lage, äusserer Theil, 4) zweiter weisser Streifen, 5) graue Schicht, 6) oberflächliche weisse Lage. Die graue Substanz enthält in ihrer ganzen Dicke sowohl Nervenzellen als Nervenfasern und ausserdem noch viele körnige Grundmasse, gerade wie die des kleinen Gehirns. Die Nervenzellen sind nicht leicht zu erforschen, ausser in Chromsäurepräparaten und stimmen in allen drei Lagen insofern überein, als sie weitaus die meisten 1—6 Fortsätze besitzen, die vielfach sich verästeln und schliesslich in äusserst feine blasse Fäserchen von circa 0,0004‴ auslaufen, weichen jedoch in Bezug auf Grösse, Menge u. s. w. in einigen Beziehungen ab. In der oberflächlichen weissen Schicht sind die Zellen spärlich, klein (von 0,004—0,008‴) mit 1—2 Fortsätzen und liegen vereinzelt in viel feinkörniger Grundsubstanz. — Die mittlere oder reingraue Schicht ist am reichsten an Zellen und stehen dieselben hier gehäuft, eine nahe an der andern, ebenfalls in körniger Grundsubstanz. Ihre Grösse variirt sehr bedeutend, indem theils ganz kleine von 0,003—0,005‴, oft fast

nur wie Kerne sich ausnehmend, andrerseits auch viele grössere bis zu 0,016 und 0,02''' sich finden (Fig. 161). Die Gestalt derselben ist birn- oder spindelförmig, drei- oder vieleckig, auch wohl mehr rundlich, die Fortsätze sind bei weitaus den meisten Zellen zu 1—6, gewöhnlich zu 3, 4 oder 5 vorhanden und wo dies nicht der Fall ist, möchten dieselben durch die Präparation abgerissen sein, da Verstümmelungen der im Ganzen sehr zarten Zellen äusserst leicht sich ereignen. In der innersten gelbröthlichen Lage endlich sind die Zellen wieder etwas spärlicher, doch immer noch recht häufig, sonst eben so beschaffen, wie in der grauen Substanz, haben einen bald blassen, bald pigmentirten Inhalt, letzteres besonders in den innern Schichten und bei alten Leuten.

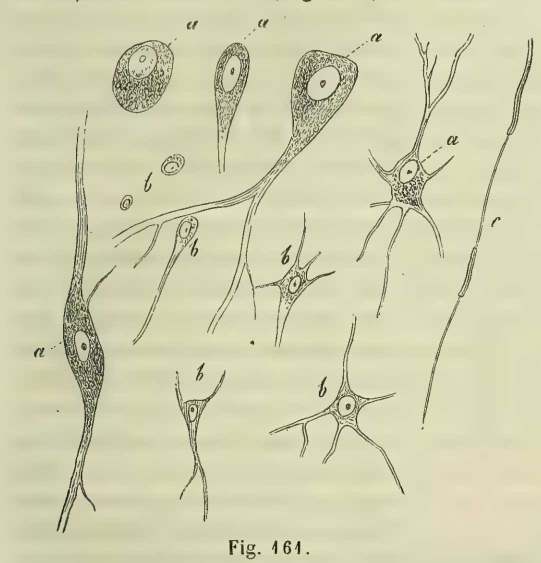


Fig. 161.

Die Nervenröhren der grauen Substanz der Windungen stammen, wie leicht nachzuweisen ist, aus der Marksubstanz der Hemisphären und dringen, Bündel an Bündel, geraden Weges und alle einander parallel in die gelbröthliche Schicht ein. Hier lösen sich schon eine Menge Röhren von denselben ab und durchziehen nach allen Richtungen, besonders aber parallel der Oberfläche und somit mit den Hauptbündeln sich kreuzend, die gelbröthliche Schicht. Häufen sich diese horizontal verlaufenden Fasern stärker an, so entstehen die beschriebenen weisseren oder helleren Streifen in dieser Schicht, von denen der äussere gerade an der Stelle liegt, wo die in die graue Substanz eintretenden Bündel sich verlieren. Indem diese nämlich weiter nach aussen gehen, werden sie durch seitliche Faserabgabe und durch Verfeinerung und Auflösung der Elemente immer dünner, bis sie, an der grauen Schicht angelangt, dem Blicke sich entziehen, jedoch bei genauer Verfolgung als vielfach verflochtene allerfeinste Fäserchen von kaum noch dunklen Contouren auch in dieser sich nachweisen lassen. Nur eine gewisse, jedoch geringere Zahl von Fasern gibt, an der reingrauen Schicht angelangt, ihre Breite und dunklen Contouren nicht auf, sondern setzt in geradem oder schiefem Verlauf durch dieselbe hindurch, um in der äusseren weissen Schicht horizontal weiter zu verlaufen. In dieser finden sich nämlich eine bedeutende Zahl feinerer,

Fig. 161. Aus den inneren Theilen der grauen Schicht der Windungen des Menschenhirns, 350mal vergr. Nervenzellen, *a.* grössere, *b.* kleinere, *c.* Nervenfasern mit Axencylinder.

feinster und allerfeinster Röhren (Fig. 162) in verschiedenen Richtungen sich durchkreuzend und in mehreren Lagen übereinander, deren Hauptquelle offenbar die aus der grauröthlichen Schicht abstammenden Röhren sind, vielleicht auch, wie *Remak* annimmt, an der Hirnbasis das Knie des Balkens. Wie diese Fasern zu den Zellen in der weissen Schicht sich verhalten, ist zweifelhaft, so viel ist jedoch sicher, dass manche derselben in die grauröthliche Substanz, von der sie herkommen, wieder zurückbiegen, mit anderen Worten, Schlingen bilden, die *Valentin* zuerst beschrieben und ich an mit Natron behandelten Chromsäurepräparaten sehr häufig und bestimmt gesehen habe. Ebenso sah ich auch in der grauröthlichen Substanz einzelne Schlingen mit nahe beisammenliegenden Schenkeln und ebenfalls der Oberfläche des Gehirns zugewendeter Convexität derselben. — Die Bündel der grauröthlichen Substanz enthalten anfangs Röhren von 0,0012—0,003''', die sich aber schliesslich fast alle zu 0,001''' verschmälern und in der grauen Substanz den geringsten Durchmesser der Nervenröhren von 0,0004—0,0008''' annehmen. Die innerhalb der grauröthlichen Schicht von diesen Bündeln abgehenden Fasern sind zum Theil von derselben Stärke, wie in den Bündeln, so namentlich die des stärkeren weissen Streifens, zum Theil feiner. Stärker bis zu 0,003''' sind auch in der Regel die aus den Bündeln in die oberflächliche weisse Substanz übergehenden Fasern, von denen viele Schlingen bilden, doch finden sich neben diesen auch von den feinsten Fäserchen von 0,0004''' in dieser Schicht. — Einen Zusammenhang der Nervenzellen und Nervenröhren fand ich auch in der Rinde des grossen Hirnes trotz alles Suchens nicht, doch wurde mir das Vorkommen eines solchen nirgends so wahrscheinlich wie hier, wo die Nervenfasern besonders in der reingrauen Schicht fast täuschend das Ansehen der Fortsätze der Zellen annehmen und auf jeden Fall enden. Es gibt hier eine Unmasse von Nervenröhren, die so fein und blass sind, dass man sie kaum zu denselben zählen würde, wenn sie nicht gerader verliefen, als die Fortsätze und nicht einzelne spärliche, namentlich bei Natronzusatz hervortretende zarte Varicositäten besässen. Wenn irgendwo in den Centralorganen, so kommt hier ein Nervenröhrenursprung vor, doch wird es auch begreiflich, dass derselbe sich noch nicht beobachten liess, wenn man die Zartheit der Gebilde, um die es hier sich handelt, kennt.

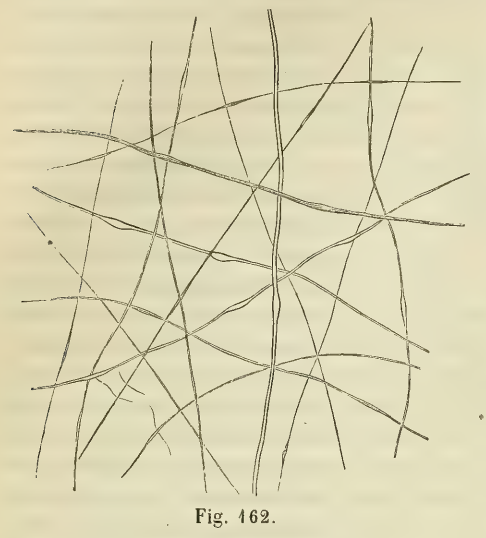

Fig. 162.

Fig. 162. Feinste Nervenröhren der oberflächlichen weissen Substanz des Hirns des Menschen, 350mal vergr.

Der **Balken**, *Corpus callosum* enthält an den vordern Theilen des Stammes über dem *Septum pellucidum*, dem *Fornix* und dem Streifenhügel, mattgraue, in weisse Substanz eingestreute Streifen, in denen das Mikroskop keine Zellen, sondern nur helle Bläschen von 0,003—0,004''' wie Kerne mitten unter vielen Nervenröhren, wie sie auch in gewissen Faserbündeln des *Corp. striatum* sich finden, aufdeckt. Ausserdem sah *Valentin* (Nervenl. p. 244) bisweilen an der Oberfläche des Balkens zwischen der *Raphe* und den *Striae obtectae* einen zarten grauen Anflug mit hellen Nervenkörpern, der mit der *Fasciola cinerea*, die in die *Fascia dentata* des *Pes hippocampi major* sich fortsetzt (siehe *Arnold* Bemerk. pg. 87) identisch zu sein scheint; sonst ist der Balken rein markig mit parallelen Nervenfasern von ganz demselben Ansehen und Durchmesser wie die der Markmasse der Hemisphären. Ebenso verhält sich auch die *Commissura anterior* und der *Fornix*, der jedoch sehr mannigfach mit grauer Substanz in Berührung kommt, wie im Sehhügel, aus dessen *Tuberculum anterius* seine *Radix descendens* hervorkommt, im *Corpus mammillare* (siehe oben §. 119), am Anfang der *Radix ascendens*, am Boden des 3. Ventrikels, gegen den einige zarte Bündel der *Radix ascendens* auslaufen, und an seiner Verbindungsstelle mit dem *Septum pellucidum*, das neben einem gewöhnlichen, dicken, viel Bindegewebe und *Corpuscula amylacea* (siehe §. 121) zeigenden Ueberzug viele Netze feinster Nervenfasern und Nervenzellen, gerade wie das *Tuber cinereum*, zeigt. Die Fasern des *Fornix* messen, wo er weiss ist, 0,0008—0,005''', meist 0,002—0,003'''; im Sehhügel (im oberen Theil) und im *Corpus mammillare* sind dieselben nur von der feinsten Art von 0,0004—0,001'''. Das **Ammonshorn** und die **Vogelsklaue** verhalten sich fast wie Windungen der Hemisphären, doch findet sich in der grauen Substanz des ersteren ein besonderer Streifen, der vorzüglich runde Zellen ohne Fortsätze, eine dicht an die andere gedrängt, enthält.

Schliesslich ist noch von dem Ursprunge der zwei ersten Nervenpaare zu reden. Der *Olfactorius* enthält im weissen Theile des *Tractus olfactorius* feine Nervenfasern von 0,004 bis höchstens 0,0002''', die feinsten blassrandig, wahrscheinlich marklos, und ausserdem auch graue Substanz aus feinkörniger Masse und Zellen von 0,007—0,008'''. Dieselben Zellen und auch noch kleinere bis 0,003''' herab, viele mit verästelten Fortsätzen, bilden den *Bulbus N. olfactorii*, untermengt mit vielen feinen Fasern, deren Verhältniss zu den Zellen und zu den eigentlichen Geruchsnerven sich nicht ermitteln liess. — Der *Nervus opticus* entspringt mit seinem *Tractus*, in zwei Schenkel gespalten, von den *Corpora geniculata* und den Vierhügeln und Sehhügeln und steht ausserdem noch mit den Hirnstielen, der *Subst. perf. antica*, dem *Tuber cinereum* und der *Lamina terminalis* in Verbindung. Wo seine Fasern, dunkle Röhren von 0,002''', eigentlich herkommen, ist beim Menschen unbekannt, nach Experimenten an Thieren zu schliessen, vorzüglich von den Vierhügeln, dagegen weiss man, dass dieselben im *Chiasma* zum Theil sich kreuzen. In diesem finden sich ausserdem noch, wie *Arnold*, *Todd-Bowmann* u. A. angeben, 1) Fasern, die sich nicht kreuzen, sondern aus dem *Tractus* in den *Opticus* ihrer Seite übergehen und 2) commissurenartige Fasern und zwar hintere, die eine Commissur der beiden Ursprungsstellen der Sehnerven bil-

den würden, und vordere, die nur die *Retinae* vereinigen könnten. Die Existenz der erstgenannten Fasern ist sicher, doch sind dieselben viel spärlicher als die sich kreuzenden Elemente, allein auch die andern können kaum geleugnet werden. Physiologisch kann eine Commissur der Sehhügel und Vierhügel wohl gedeutet werden, aber auch eine Commissur der *Retinae* erscheint nicht gerade unmöglich, seit wir wissen, dass die Retina graue Substanz und in derselben Nervenzellen mit verästelten Fortsätzen enthält, von denen die Opticusfasern entspringen.

Den Ursprung der Nervenfasern im Gehirn anlangend, so hat es mir beim Menschen bisher nicht gelingen wollen, etwas der Art mit Bestimmtheit zu sehen, doch ist meiner Meinung nach nicht im geringsten daran zu zweifeln, dass hier an vielen Orten Nervenfaserursprünge sich finden, in der That wollen *R. Wagner* und *Leuckart* beim Menschen einen Uebergang der Fortsätze der vielstrahligen Zellen der *Substantia ferruginea* in breite Nervenröhren gesehen haben (Gött. Anz. 1850. Nr. 13; s. *Ecker*, *Icon. phys.* Tab. XIV. Fig. III), ebenso Prof. *Domrich*, wie er mir brieflich mittheilte, in der Rinde des *Cerebellum*. Dann hat *R. Wagner* (Gött. Nachr. Oct. 1851) auch in den electrischen Lappen der Zitterrochen gefunden, dass von den vielstrahligen Ganglienkörpern ein, seltener zwei nicht ramificirte Fortsätze in dunkelrandige Fasern übergehen. *R. Wagner* stellt diesen Uebergang auch jetzt wie früher, so dar, dass er sagt, die Fortsätze hätten sich als Axencylinder in die dunkelrandigen Röhren fortgesetzt, worin ihm *Leydig*, der denselben Uebergang im *Cerebellum* des Hammerhaies sah, beistimmt, ebenso *Stannius* für Petromyzon. Mir will es immer noch nicht recht einleuchten, dass hier ein anderes Verhältniss sich finden soll als in den Ganglien, wo die Fortsätze der Ganglienkugeln nicht einfach Axencylinder sind, sondern auch eine Hülle besitzen, die, aussen am Nervenmark gelegen, in die Scheide der dunkelrandigen Röhre sich fortsetzt, doch will ich, weil überhaupt die Anwesenheit von Hüllen an den Nervenkörpern der Centralorgane und ihrer Fortsätze und an den feinen centralen Fasern noch streitig ist, gerne zugeben, dass die Sache auch anders sich verhalten kann. Auf keinen Fall möchte aber der Uebergang in der Weise sich machen, wie es von *Wagner* in seinen meisten Bildern (*Ecker*, *Icon.* Tab. XIV) dargestellt ist, wogegen ich die Zeichnung von *Leydig* (*Plagiost.* I. Fig. 8) für eine ganz richtige halte, mit der auch eine von *Wagner* (l. c. Fig. VII. *B*, *e*) übereinstimmt. Später scheinen *Wagner* in Betreff dieser Beobachtungen Zweifel gekommen zu sein, wenigstens sagt er (Neurol. Unt. p. 162. Anm.), dass Fälle, wie die erwähnten, wo die Zellenfortsätze in breite Primitivfasern übergehen, zu den allerseltensten gehören und in der Regel nur die allerfeinsten Fibrillen in Ganglienzellenfortsätze übergehen. Es ist wohl zuerst von mir demonstrirt worden (Mikr. Anat. II), dass da, wo im Gehirn Nervenursprünge vermuthet werden dürfen, wie in der Rinde von *Cerebellum* und *Cerebrum*, im Streifen- und Sehhügel, die dunkelrandigen Nervenröhren in die feinsten blassen Fäserchen auslaufen, die mit den ebenfalls ins Feinste sich verästelnden Zellenfortsätzen fast ganz übereinstimmen und habe ich schon lange betont, dass, wenn Nervenursprünge vorkommen, sie nur zwischen solchen feinen Fäserchen sich machen. Bei solchen Verhältnissen gehört, wie leicht begreiflich, die Demonstration der Ursprünge einer dunkelrandigen Röhre von einer Nervenzelle zu den schwierigsten Aufgaben und glaube ich nicht, dass Jemand sich rühmen darf einen solchen Ursprung wirklich gesehen zu haben. Ich will übrigens die Möglichkeit des directen Entspringens gröberer Fasern von Zellen nicht läugnen und ist es leicht möglich, dass wie im Mark und im Gehirn von Fischen, so etwas auch beim Menschen, wenigstens in der *Med. oblongata* und im *Pons* sich findet. Was die Schlingen anlangt, die ich im Streifenhügel und in der Rinde des Gehirns fand, so sind dieselben kaum Endigungen von Fasern, sondern einfache Umbiegungen, deren Bedeutung freilich im Dunkeln ist. Mehrere Autoren haben Theilungen der Nervenröhren in den Centralorganen gesehen, so von Aelteren *Ehrenberg*, *Volkmann*, *E. H. Weber* und neuerdings auch *Hessling* (*Fror.* Notizen, Apr. 1849, Jenaische Ann. I. S. 283), *E. Harless*

(Ibid. p. 284) und *Schaffner* (Zeitschr. f. rat. Med. IX) im Gehirn verschiedener Wirbelthiere, besonders an der Grenze weisser und grauer Substanz. Ich will namentlich die letzteren Angaben nicht bezweifeln, kann jedoch nicht unterlassen zu bemerken, dass ich im Gehirn des Menschen bisher vergeblich nach Theilungen forschte und viele Hunderte von Fasern aus der grauen Substanz unter den günstigsten Verhältnissen vor mir hatte, die nichts von solchen darboten, dagegen fand ich allerdings im Rückenmark, obschon sehr selten, Theilungen (s. meine Mikr. Anat. II. 1. p. 429). — Die vielstrahligen Nervenzellen mit verästelten Fortsätzen, die wie ich mit *Wagner* annehmen muss im Gehirn und Mark allein vorkommen, sind in ihrem Verhalten noch nicht ganz erkannt. Ich habe ihre Fortsätze, wie allgemein zugegeben wird, mit Recht als eine Art blasser, markloser Nervenröhren bezeichnet und dieselben zum Theil bis auf 1/5 und 1/4''' isolirt, ohne über ihre Endigung mehr finden zu können, als dass sie schliesslich eine ungemeine Feinheit annehmen. *R. Wagner* nimmt an, dass diejenigen unter diesen Ausläufern, welche nicht in dunkelrandige Nervenröhren übergehen, dazu dienen, die einzelnen Nervenzellen untereinander in Verbindung zu setzen und gibt an, er habe wirklich solche Anastomosen im Mark, in der *Ala cinerea*, im *Locus coeruleus*, in der *Subst. nigra* des Menschen gesehen. Ich bezweifle diese Angaben nicht im Geringsten, nur wird jeder unbefangene Forscher gestehen müssen, dass diese Thatsachen noch viel zu spärlich sind, als dass man es wagen dürfte anzunehmen, dass alle Nervenzellen anastomosiren und dass freie Ausläufer derselben überhaupt nicht existiren. Wenn diese Ausläufer, wie ich es behaupte, blasse Nervenfasern sind, so steht ja doch *a priori* der Annahme gar nichts im Wege, dass dieselben nach Bildung zahlreicher Verästelungen frei enden und auf andere Nervenmassen einwirken, da wir ja wissen, dass Nervenfasern auch auf andere Theile (Muskeln, Drüsen) influenziren, ohne mit denselben in Continuität zu sein.

Ich betrachte mit *R. Wagner* und *Virchow* die feinkörnige Punktmasse im Gehirn als eine Verbindungssubstanz und als Träger für die zarten nervösen Elemente, die an die Bindesubstanzen anzureihen ist und auch zu solchen werden kann (Mikr. Anat. II, p. 545). Die Kerne dieser Substanz, die *Virchow* mit dem allgemeinen Namen »*Neuroglia*« bezeichnet, sind nach diesem Autor wenigstens z. Th. in Zellen enthalten und diese Zellen sind es, die die Körnchenkugeln bei Entzündungen etc. abgeben (Ges. Abh. p. 890).

Sehr wichtig scheint für das Studium des Faserverlaufes im centralen Nervensystem die Entdeckung *Türck's* (Sitz. der Wien. Akad. 1851. März, Juni 1853) werden zu wollen, dass nämlich bei Erkrankungen im Gehirn oder Mark bestimmte Faserzüge degeneriren und namentlich Körnchenzellen in sich entwickeln, und möchte ich für solche Fälle die Untersuchung von Chromsäurepräparaten empfehlen.

Wie die Erfahrungen jetzt liegen ist jede Hypothese über den Zusammenhang der Elemente im Gehirn sicherlich verfrüht und kann es der Wissenschaft nur schaden, wenn man in dieser Beziehung zu weit gehe. Alles was ich aufzustellen mir erlaube ist folgendes: 1) die Fasern der Markmasse der Hemisphären, die man zum Stabkreuz zählt, entspringen von den Zellen der Rinde und enden im Sehhügel und wahrscheinlich auch im Vierhügel, *Pons* und *Medulla oblongata*, wahrscheinlich an den Zellen dieser Localitäten; 2) der Streifenhügel erhält auch, jedoch weniger Fasern als der Sehhügel aus den Hemisphären und haben sich bisher keine Endigungen derselben nachweisen lassen; 3) die Balkenfasern sind wahrscheinlich Commissurenfasern für die Nervenzellen der Rinde beiden Seiten; 4) die *Fibrae arcuatae* der *Gyri* sind vielleicht Commissuren für die Zellen benachbarter Windungen. — Dies zusammengehalten mit dem von mir gegebenen Nachweis der Endigung einer grossen Zahl der Fasern der Hirnstiele im Seh- und Streifenhügel gibt wenigstens einen Rahmen ab, mit dem die Physiologie doch einiges machen kann und der hoffentlich immer mehr sich vervollständigen wird.

§. 121.

Hüllen und Gefässe des centralen Nervensystems. *A.* Hüllen. 1) Rückenmark. Die *Dura mater s. Meninx fibrosa* ist eine weissgelbliche, hie und da Sehnenglanz besitzende, feste, ziemlich elastische Mem-

bran, die fast zu gleichen Theilen aus parallelen und meist longitudinalen Bindegewebsbündeln und aus feineren elastischen Fasernetzen besteht. Die äussere Fläche der *Dura mater* ist vorn, wo die Haut constant mindestens einmal dünner ist als hinten, ziemlich innig mit der *Fascia longitudinalis posterior* der Wirbelsäule vereint, hinten und seitlich frei und durch einen Zwischenraum von den Wirbelbogen und ihrem Perioste geschieden, in welchem ein lockeres Bindegewebe mit anastomosirenden Bündeln von kaum mehr als 0,004—0,005‴ (netzförmiges Bindegewebe), seltener mit elastischen Fäserchen (umspinnenden und longitudinalen) und runden, spindelförmigen und sternförmigen kernhaltigen Zellen, ähnlich den Bildungszellen des Bindegewebes, ferner grössere oder kleinere Klümpchen eines häufig gallertartigen, durchscheinenden Fettes mit serumhaltigen Zellen sich befinden. Die Gefässe dieses Raumes sind theils die bekannten *Plexus venosi*, theils feinere Gefässe und selbst Netze feinster Capillaren in dem lockern Bindegewebe selbst. — Die Innenfläche der *Dura mater* soll nach der allgemeinen Angabe von einem äusseren Blatte der *Arachnoidea* überzogen sein, allein hier findet sich nichts als ein Epithelium von polygonalen, platten, kernhaltigen Zellen auf der innersten Lage der harten Haut und von einem besonderen Substrate derselben keine Spur. Das *Ligamentum denticulatum* hat kein Epithel und wie der verdickte Streifen der *Pia mater*, an den dasselbe sich ansetzt, ganz denselben Bau wie die *Dura mater*.

Die Spinnwebenhaut, *Arachnoidea medullae spinalis*, besteht nicht aus einer äusseren, mit der *Dura* vereinten und mit einer inneren freien Lamelle, sondern aus einer einzigen, dem innern Blatte der Autoren entsprechenden Schicht. Dieselbe ist eine äusserst zarte durchscheinende Haut, welche in ihrem Verlaufe ganz der harten Haut folgt und so weit wie diese sich erstreckt. Ihre äussere Fläche steht an der hintern Mittellinie des Halstheiles höher oben durch ziemlich derbe Streifen, weiter unten durch zartere Fäserchen mit der *Dura* in Verbindung, sonst ist dieselbe volkommen glatt und glänzend, welche Eigenschaft von einem dem der *Dura* ganz gleichen Epithelium herrührt, und liegt der harten Haut einfach an, etwa wie die Lungenpleura der Rippenpleura. Die innere Fläche der *Arachnoidea* ist ebenfalls glatt, jedoch ohne Epithel; sie wird durch einen grossen Zwischenraum, den Unterarachnoidealraum von dem Marke und der *Cauda equina* getrennt, sendet jedoch zahlreiche Streifen an die *Pia mater* und die Nervenwurzeln, welche ausser im Begleit der Gefässe und Nerven besonders an der hintern Mittellinie in einer Reihe hintereinander sich finden, und hie und da besonders am Halse eine durchlöcherte oder vollständige Scheidewand bilden. Bezüglich auf den feineren Bau enthält die *Arachnoidea* vorzüglich netzförmig anastomosirende Bindegewebsbündel von 0,001—0,004‴, welche zu einigen Lamellen, äusseren mit schwächeren, inneren mit stärkeren Bündeln verbunden und gewöhnlich von feinen elastischen Fasern so umsponnen sind, dass sie, wenn durch Essigsäure aufgequollen, eine rosenkranzförmige Gestalt annehmen (Fig. 26). An vielen Bündeln sind diese Fasern fein oder fehlen, an andern kommen neben ihnen auch im Innern der Bündel elastische Fasern vor.

Die Gefässhaut, *Pia mater*, umschliesst das Rückenmark und das *Ependyma* des *Filum terminale* ganz eng, tritt einerseits an der vordern und an der hintern Spalte, wo dieselbe sich findet, in Gestalt dünner Fortsätze in das Rückenmark hinein, und gibt andererseits auch den Nervenwurzeln zarte Scheiden ab. Dieselbe enthält meist gewöhnliches Bindegewebe mit gerade verlaufenden Fasern, seltener anastomosirende Bündel; daneben ziemlich viele Kerne oft von linienförmiger Gestalt und spärliche elastische Fäserchen. Hie und da finden sich in der *Pia* goldgelbe oder braune Pigmentzellen von unregelmässig spindelförmiger Gestalt mit fein auslaufenden Enden und 0,04—0,05''' Länge, die am Halstheile derselben durch ihre grössere Menge nicht selten eine braune, selbst schwärzliche Farbe der Haut bewirken.

2) Gehirn. Die Hüllen des Hirnes stimmen zwar im Allgemeinen mit denen des Markes überein, zeigen aber doch einige Verschiedenheiten. Die *Dura mater*, die hier aus der eigentlichen harten Haut und dem Periost der Innenfläche der Schädelknochen besteht, welche als unmittelbare Fortsetzung der entsprechenden Häute des Rückgratkanals in der Höhe des Atlas mit einander zu verschmelzen, ist im Allgemeinen dicker, auch weisslicher als am Mark. Ihre äussere oder Periostlamelle ist weissgelblich von Farbe und rauh, sitzt den Knochen mehr oder weniger fest an, trägt die grösseren *Vasa meningea* und ist auch sonst reicher an Gefässen als die innere eigentliche harte Haut, mit der sie in früherer Zeit nur locker verbunden ist, und von der sie mit Ausnahme der Stellen, die die *Sinus* enthalten, auch beim Erwachsenen nicht selten noch theilweise sich trennen lässt. Die innere Lamelle ist gefässärmer, weisser, an vielen Stellen mit Sehnenglanz und an ihrer inneren Fläche ganz glatt und meist auch eben. Als Verlängerungen dieser inneren Lamelle erscheinen die Fortsätze der harten Haut, die kleine und grosse Sichel und das Kleinhirnzelt, und zwischen beiden Blättern sitzen mit wenigen Ausnahmen die Blutleiter der harten Haut. — Beide Lamellen enthalten Bindegewebe von derselben Form, wie in Sehnen und Bändern, mit meist undeutlichen Bündeln und parallelem Verlauf der Fibrillen, welche entweder auf grosse Strecken ganz gleichmässig dahinziehen oder, wie besonders an den *Sinus*, kleinere, in verschiedenen Richtungen sich kreuzende, sehnige Streifen darstellen und ziemlich viel feine elastische Fasern zwischen sich enthalten. Die Innenfläche der *Dura mater* besitzt eine nach *Henle* mehrfache, nach *Luschka* doppelte Lage von pflasterförmigen Epitheliumzellen von 0,005—0,006''' Grösse mit rundlichen oder länglichen Kernen von 0,002—0,004''', dagegen keine andere Bekleidung, die als parietales Blatt der *Arachnoidea* zu deuten wäre (vergl. *Luschka*, Seröse Häute, pg. 64).

Die *Arachnoidea* des Gehirns weicht weniger durch ihren Bau als durch ihren Verlauf von derjenigen des Markes ab. Zwar findet sich auch hier nur eine einzige als Spinnwebenhaut darstellbare Lamelle, welche dem sogenannten visceralen Blatte der *Arachnoidea* der Autoren entspricht und liegt dieselbe ebenfalls der Innenfläche der *Dura mater* ganz dicht an, allein die *Arachnoidea* tritt hier in eine viel innigere Beziehung zur *Pia mater*. Statt nämlich, wie am Marke, nur durch einzelne Fasern und Blätter mit dieser vereint zu sein, ist sie am Gehirn an sehr vielen Orten, nämlich an allen *Gyri*

und an den hervorspringenden Theilen der Gehirnbasis, mit derselben verklebt und selbst verwachsen, und ausserdem, wo dies nicht der Fall ist, durch viele Fortsätze mit ihr vereint. Aus diesem Grunde findet sich auch am Gehirn kein zusammenhängender Unterarachnoidealraum, sondern viele grössere und kleinere nur zum Theil communicirende Räume. Die grösseren derselben zwischem dem *Cerebellum* und der *Medulla oblongata* und unter dem *Pons*, den Hirnstielen, der *Fossa Sylvii* u. s. w., gehen, wenigstens die ersteren, wie *Virchow* und ich finden, direct in den Unterarachnoidealraum am Rückenmarkeüber, während die kleineren, entsprechend den *Sulci*, über die die Spinnwebenhaut brückenartig herübersetzt, zum Theil wohl unter einander, aber, wenigsten die meisten, nicht mit den erwähnten grösseren Räumen zusammenhängen, wie dies von *Luschka* behauptet wird. Mit der Auskleidung der Hirnhöhlen verbindet sich, wie schon *Henle* richtig angibt, die *Arachnoidea* nirgends. Ihr Bau ist wie beim Rückenmark, nur sind die anastomosirenden Bündel und umspinnenden elastischen Fasern meist stärker, bis 0,01 selbst 0,02‴, und haben die erstern oft wie besondere mehr homogene Bindegewebshüllen, unter denen manchmal Fett- und Pigmentkörnchen abgelagert sind. — An der äussern Fläche sitzt ein Epithel, dem der *Dura mater* ganz gleich.

Die *Pia mater cerebri* ist gefässreicher, aber zarter als die des Markes und bekleidet alle Erhebungen und Vertiefungen der Oberfläche des Gehirns, wenn auch nicht sehr fest, doch ganz genau mit einziger Ausnahme der Rautengrube, über welche sie vom *Calamus scriptorius* an bis zum *Nodulus*, dem freien Rand der *Vela medullaria inferiora* und den *Flocculi* als *Tela chorioidea inferior* brückenartig sich erstreckt, um dann zur Unterfläche des *Vermis inferior* und der *Tonsillae* sich umzubiegen. In das Innere des Gehirnes dringt die *Pia mater* nur an Einer Stelle ein, nämlich am Querschlitz des grossen Hirnes, wo sie, die *Vena magna Galeni* und auch die Zirbel umhüllend, unter dem *Splenium corporis callosi* eintritt, die *Tela chorioidea superior* mit dem *Plexus chorioideus ventriculi tertii* und, unter dem Gewölbe durchgehend, auch die Adergeflechte der seitlichen Ventrikel bildet, die zwischen dem *Crus cerebri* und dem Unterlappen mit der *Pia mater* der Hirnbasis in Verbindung stehen. Mit Bezug auf die feineren Structurverhältnisse, so enthält die Gefässhaut des Gehirns so viele Gefässe, dass stellenweise das Bindegewebe, das deren Grundlage bildet, mehr in den Hintergrund tritt. Dasselbe ist selten wie am Rückenmark deutlich faserig, meist mehr homogen, *Reichert*'schen Membranen oder unreifem Bindegewebe sich annähernd, mit spärlichen Kernen und ohne elastische Fasern. Hie und da enthält die *Pia mater* jedoch auch netzförmige Bindegewebsbündel, wie um die *Vena Galeni*, die Zirbel, die grösseren Gefässe herum und auch am *Cerebellum*. Auch spindelförmige Pigmentzellen finden sich hier wie am Mark, namentlich an der *Medulla oblongata*, und am *Pons*, aber auch weiter vorn an der Basis bis in die *Fossa Sylvii* hinein, wo ich dieselben selbst in der *Adventitia* von kleineren Arterien sah.

Diejenigen Theile der *Pia mater*, welche mit den Gehirnhöhlen in Verbindung stehen, die *Telae chorioideae* und *Plexus chorioidei*, weichen in ihrem Bau von den übrigen Stellen nicht ab, ausgenommen, dass sie,

namentlich die *Plexus*, fast nur aus Gefässen bestehen und an ihren mit den Wänden der Hirnhöhlen nicht verwachsenen Stellen ein Epithelium besitzen. Dieses letztere besteht aus einer einfachen Lage rundlich polygonaler Zellen von 0,008—0,01''' Durchmesser und 0,003—0,004''' Dicke, welche neben dem rundlichen Kern gewöhnlich noch gelbliche Körnchen, oft in grösserer Zahl und ein oder zwei runde dunkle Fettropfen von 0,001—0,002''' Grösse enthalten. Nach *Henle* senden fast alle diese Zellen von den Winkeln gegen die Bindegewebsschicht der *Plexus* kurze, schmale und spitzzulaufende, wasserhelle Fortsätze aus, wie Stacheln und nach *Valentin* (Physiol. 2. Aufl. 2. Th. S. 22) tragen dieselben bei Säugethieren (und beim Menschen?) auch Flimmerhaare, die von *Stannius*, *Luschka* und mir, wenigstens bei Embryonen gesehen wurden. Unter dem Epithelium folgt eine dünne Lage homogen aussehenden Bindegewebes und dann ein sehr dichter Knäuel von grösseren und kleineren Gefässen, zwischen denen kein geformtes Bindegewebe, sondern nur eine helle gleichartige Zwischensubstanz zu erkennen ist.

Alle Theile der Gehirnhöhlen, die nicht mit den Fortsetzungen der *Pia mater* in Verbindung stehen, d. h. der Boden des vierten Ventrikels, der *Aquaeductus Sylvii*, der Boden und die Seitenwände des dritten Ventrikels, *Ventriculus septi lucidi* und seine Fortsetzung unter dem Balken nach Rückwärts (6. Ventrikel von *Strambio*), die Decke der Seitenventrikel, das vordere und hintere Horn und ein guter Theil des absteigenden Hornes, der Canal im Mark und bei Embryonen auch die Höhlung im Riechkolben haben eine Bekleidung für sich, das sogenannte *Ependyma ventriculorum* (Fig. 163).

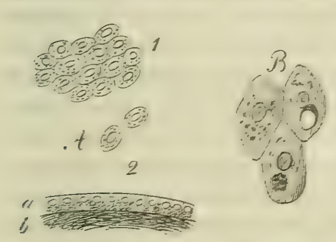


Fig. 163.

Dasselbe ist ein einfaches Pflasterepithelium stellenweise, wie im *Aquaeductus Sylvii* (*Gerlach*) und vielleicht noch an andern Orten, ein Cylinderepithel, das nach *Purkyně* und *Valentin* (*Müll.* Arch. 1836; *Val.* Repert. 1836, p. 156) flimmert, was wir hier (Würzb. Verh. V) an einem Hingerichteten wenigstens für das hintere Ende der Rautengrube, ich neulich auch für den Seitenventrikel und *Luschka* für alle Hirnhöhlen von Neugebornen und hie und da auch für den Erwachsenen bestätigen konnten, ebenso *Gerlach* für den *Aquaeductus Sylvii* in allen Altern. Normal sitzt das Epithel wenigstens an vielen Orten unmittelbar der Nervensubstanz auf, doch entwickelt sich so häufig, namentlich am *Fornix*, der *Stria cornea*, dem *Septum pellucidum*, unter demselben eine streifige, bindegewebige Schicht von 0,01—0,05''' Mächtigkeit, dass man mit *Virchow* dieses Vorkommen in einem gewissen Alter fast als constant bestätigen kann. *Virchow* nimmt übrigens an, dass diese Lage constant und nur ein Theil einer weichen, zu den Bindesubstanzen gehörigen Grundmasse sei, die alle Centraltheile des Nervensystems durchsetze und deren Elemente zusammenhalte, was durch *Gerlach's*

Fig. 163. *Ependyma* des Menschen. *A.* Vom *Corpus striatum.* 1. Von der Fläche. 2. von der Seite, *a.* Epithelzellen, *b.* Nervenfasern, die darunter liegen. *B.* Epithelzellen von der *Commissura mollis.* 350mal vergr.

neueste Untersuchungen bestätigt wird, indem derselbe die fragliche Schicht am *Aquaeductus* schon bei Kindern fand und in derselben auch sternförmige Zellen wie Bindegewebskörperchen sah, mit denen die Epithelzellen durch lange Ausläufer sich verbanden (l. i. c. Tab. VI). — Das Epithelium zeigt im dritten Ventrikel grosse Zellen von 0,008—0,012''' mit Pigmentkörnchen und Pigmenthaufen neben dem 0,003''' grossen Kerne; in den Seitenventrikeln sind die Zellen nur 0,005—0,007''' gross, aber fast eben so dick als breit mit rundlichen Kernen und ziemlich viel gelblichen, meist in der Tiefe angehäuften Körnchen. — Die Oeffnung, durch welche *Luschka* wie *Magendie* den vierten Ventrikel mit dem Subarachnoidealraum zusammenhängen lässt, halte ich für Kunstproduct.

Die Gefässe der beschriebenen Hüllen verhalten sich sehr verschieden. Von Blutgefässen findet sich einmal in der *Dura mater* des Markes, wenn man von der äusseren Fläche derselben und vielen sie durchbohrenden Arterien und Venen des Markes absieht, sehr wenig und verhält sich dieselbe in dieser Beziehung wie eine Muskelbinde oder Sehnenhaut. Dagegen kommen hier zwischen *Dura* und *Periost* des Wirbelcanals die bekannten Venenplexus und auch feinere Verästelungen im Fettgewebe vor, die keiner weiteren Beschreibung bedürfen. Am Schädel dagegen ist die gesammte *Dura* gefässreich, vor allem ihre äussere, einem *Periost* entsprechende Lage, welche theils für ihren eigenen Bedarf, theils für die Schädelknochen, denen sie viele Aeste abgibt, die *Arteriae meningeae* trägt und durch ihre Venen auch einen Theil des Blutes der Knochen ableitet. Ausserdem ist die *Dura* hier auch der Sitz der Venensinus, einfachen, in ihr ausgegrabenen, von einem Epithel bekleideten Bluträumen, von denen die meisten offenbar zwischen der Periostlamelle und der eigentlichen harten Haut sitzen, und so auch durch ihre Lage den *Plexus venosi spinales* entsprechen. Die *Arachnoidea* besitzt weder am Mark, noch am Gehirn eigene Gefässe (cf. *Luschka* l. c. p. 71), wogegen die *Pia mater* an beiden Orten nicht nur die reichlichsten Vertheilungen der Gefässe der Nervensubstanz selbst trägt, sondern auch eigene, ziemlich zahlreiche Capillarnetze führt. In einem Theile der *Pia*, nämlich in dem Gefässplexus, sitzt die Gesammtausbreitung der Gefässe in der Membran selbst und sind die in die Nervensubstanz eindringenden Aeste von untergeordnetem Belang. — Lymphgefässe wollen von Neueren *Fohmann* und *Arnold* (siehe Anat. II. p. 618) sowohl in der *Pia mater* der Oberfläche des grossen und kleinen Hirns als auch in den *Plexus chorioidei* mit Luft und Quecksilber injicirt haben, eine Beobachtung, die mir gar sehr der Bestätigung zu bedürfen scheint. Eigenthümliche anastomosirende Röhrchen von unmessbarer Feinheit bis zu 0,006^{mm} fand *Luschka* im *Ependyma*, von denen er frägt, ob sie vielleicht Lymphgefässe waren (*Virch.* Arch. VI. p. 272).

Die Häute des centralen Nervensystems besitzen zum Theil wenigstens auch Nerven. In der *Dura mater* des Gehirns verlaufen die einen in der Periostlamelle der Haut, so ziemlich dem Verlaufe der *Art. meningeae* folgend, und sind besonders deutlich an der *Art. meningea media*, die einmal von Ausläufern der *Nervi molles* und dann von einem besonderen, von *Arnold* zuerst gesehenen Nerven (*N. spinosus Luschka*), der nach *Luschka* (l. c.) aus dem

dritten Aste des *Trigeminus* stammt, begleitet ist, von denen die ersteren mit den Gefässen sich ausbreiten, der letztere vorzüglich für die Knochen bestimmt zu sein scheint. Ausserdem sah *Purkyně* auch an den vorderen und hinteren *Arteriae meningeae* Nerven, und beschrieb *Arnold* schon vor längerer Zeit den bekannten *N. tentorii cerebelli* aus dem *Quintus*, der, wie neulich besonders *Pappenheim* und *Luschka* (l. c.) zeigten, zu den grösseren Blutleitern der *Dura mater* geht. Die Elemente dieses weiss aussehenden Nerven und des *Nervus spinosus Luschka* sind die des *Trigeminus*, die der andern feine Fasern und zeigen dieselben an beiden Orten Theilungen. — In der *Dura* des Markes, war es mir, ebenso wie *Purkyně*, unmöglich, Nerven zu finden, dagegen trifft man solche, wie schon erwähnt, in dem Perioste des Wirbelcanals und an den zu den Wirbeln und zu dem Marke gehenden Arterien, ferner auch an den Blutleitern und dem lockeren Fettgewebe des Wirbelcanales (*Luschka* l. s. c.).

In der Spinnwebenhaut selbst habe ich nie Nerven gesehen, wohl aber an den sie durchsetzenden Gefässen und in den Balken, welche von ihr zur *Pia* abgehen, namentlich an der Hirnbasis, zu denen mir auch die von *Luschka* (Seröse Häute pg. 70) gesehenen, trotz der wahrgenommenen Theilungen, zu gehören scheinen. Neulich beschreibt auch *Bochdalek* (l. i. c.) Nerven der *Arachnoidea cerebri* vom *Accessorius*, der *Portio minor trigemini* und dem *Facialis*, ist jedoch den Beweis schuldig geblieben, dass dieselben in der *Arachnoidea* enden. Wenn derselbe Autor auch in der *Arachnoidea* an der *Cauda equina* äusserst viele Nerven findet, so verfällt er in denselben Fehler, den schon früher *Rainey* beging, dass er Bindegewebe in der seltneren Gestalt von Netzen für Nerven hält. Ich kenne auch in der *Cauda equina* nur am *Filum terminale* und im Begleit der Gefässe Nerven, sonst nirgends, auch in der *Dura mater* nicht, zu der sie *Bochdalek* ebenfalls verfolgt haben will.

Die von *Purkyně* beim Rinde entdeckten Nerven der *Pia mater* finden sich auch beim Menschen, bei dem die *Pia mater* des Markes bis in das *Filum terminale* hinein sehr reich an Netzen feiner Nerven von 0,0015—0,003''' ist, die durchaus nicht etwa nur den Gefässen folgen. An der Hirnbasis finden sich an den Arterien des *Circulus Willisii* viele ähnliche Geflechte, welche mit Stämmchen von höchstens 0,03''' mit den verschiedenen Arterien, mit Ausnahme derer des *Cerebellum* immer dem Verlaufe derselben folgend, durch die ganze *Pia* des Gehirns sich ausbreiten, jedoch in ihren Enden nirgends sich erkennen lassen; doch verfolgte ich dieselben neulich bis zu Arterien von 0,04''' und darunter in die Substanz des Gehirns hinein. Sicher ist, dass in den Gefässplexus keine Nerven sich finden; ob an der *Vena Galeni*, habe ich noch nicht erforscht. Den Ursprung dieser Nerven hat *Remak* aufgefunden, nämlich die hinteren Wurzeln, welche, wie ich selbst mich vergewisserte, je von den einander zunächst gelegenen Fasern aus an vielen Orten, wie mir schien häufiger am Halstheile des Markes, feine Fäserchen durch den Subarachnoidealraum an die *Pia* senden. Wie hier, so möchten auch am Gehirn neben dem *Sympathicus* (*Plexus caroticus internus, Plexus vertebralis*) auch die Hirnnerven an der Versorgung der *Pia* sich be-

theiligen, indem auch *Bochdalek* von den Wurzeln vieler Hirnnerven viele feine Zweige, von demselben Bau, wie die Wurzeln selbst, an die Nervenplexus der Arterien der Hirnbasis und der *Pia mater* dieser Gegend und des *Cerebellum*, auch an den *Plexus chorioideus Ventr. IV (?)* treten sah. *Bochdalek* fand auch, dass einzelne feine Fädchen direct aus dem verlängerten Marke, dem *Pons,* den *Crura cerebri* an die *Pia* treten, ohne sich vorher an die benachbarten Nervenstämme anzuschliessen. (Ueber die Angaben von *Lenhossek* siehe §.117. Anm.).

B. Gefässe des centralen Nervensystems. Gehirn und Mark stimmen in Bezug auf die Verbreitung und Beschaffenheit der Blutgefässe fast ganz überein. Nachdem die Arterien in der Pia bedeutend sich verzweigt haben, dringen sie mit wenigen Ausnahmen *(Substantiae perforatae, Pons)* als feine, jedoch noch deutlich arterielle Gefässchen in die Nervensubstanz und lösen sich unter fortgesetzter meist spitzwinkliger Verästelung in ein ziemlich weitmaschiges Netz sehr feiner Capillaren auf, aus dem dann die Venenwurzeln entspringen und sowohl an der Oberfläche als im Innern zu den bekannten Stämmen sich sammeln (Fig. 164). Die graue Substanz ist ohne Ausnahme bedeutend gefässreicher als die weisse (nach *Ecker* enthält das *Corp. striatum* am meisten Gefässe), mit engeren Maschen und etwas engeren Gefässen und verdankt diesem Verhältnisse zum Theil ihre Farbe. Die Stellung der eintretenden Stämmchen ist am Rückenmark zum Theil sehr regelmässig in Reihen. Zwei solche finden sich im Grunde der vorderen Spalte, die aus dem Fortsatze der Pia rechts und links in die graue Substanz eintreten, eine dritte entsprechend der hinteren Furche und andere nicht selten auch entsprechend den Wurzeln und dem Ansatze des *Ligamentum denticulatum.* Alle diese Gefässe dringen, ohne gerade bedeutend sich zu verschmälern, in die graue Substanz und bilden erst hier ihre Endausbreitung. Von den Venen sind die von *Clarke* gezeichneten und von *Lenhossek* genauer beschriebenen zwei Centralvenen neben dem Centralcanale bemerkenswerth. Nach *L.* gehen dieselben am *Filum terminale* und *Bulbus rhachiticus* allmählich in acht kleinere Venen über und stehen durch zahlreiche Aeste mit den äussern Nerven in Verbindung. Am Gehirn finden sich sehr zierliche parallele Gefässe in der grauen Substanz des *Cerebellum,* von der neulich *Ger-*

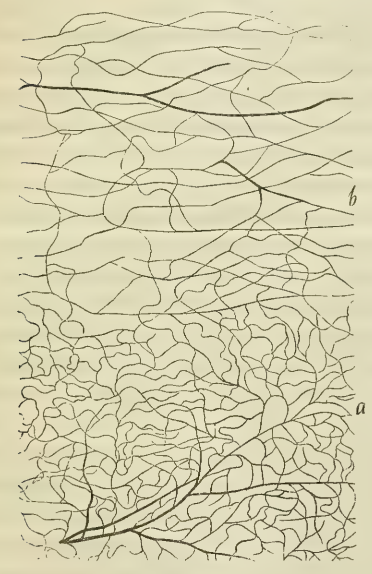


Fig. 164.

Fig. 164. Gefässe der Hirnsubstanz des Schafes nach einer *Gerlach*'schen Injection, *a.* der grauen, *b.* der weissen Substanz.

Gerlach und *Oegg* gezeigt haben, dass die Körnerschicht mit Inbegriff der grossen Zellen etwas reicher an Gefässen ist als die äussere rein graue Lage, minder deutliche im grossen Hirn, mit Ausnahme des Thalamus, und den übrigen Theilen. — Der Bau der Gefässe ist im Allgemeinen wie anderwärts. Die Arterien dringen noch mit drei Häuten versehen in die Nervensubstanz ein, doch ist die *Adventitia* eine zwar resistente, aber dünne, scheinbar ganz homogene Haut. Die *Media* ist rein muskulös und die *Intima* nur aus einer sehr zierlichen und elastischen Haut mit Lücken und ausgezeichneten spindelförmigen Epithelzellen gebildet. Nach und nach geht eine dieser Schichten nach der andern verloren, bis vor den Capillaren nur noch die *Adventitia*, spärliche, querstehende, längliche Zellen mit queren Kernen und ein Epithel da ist, an welche Gefässe dann bald Capillaren mit structurloser Haut mit mehr oder weniger Kernen, zum Theil von grosser Feinheit (im Mark von 0,0022‴, im Gehirn von 0,002‴ die feinsten) sich anreihen. Von den Venen führen die grössten meist keine Spur von glatten Muskeln, nur Bindegewebe mit Kernen oder feine elastische Fasern und Epithel, an den kleineren sah ich hie und da, obschon sehr spärliche, contractile Elemente.

In den Gehirnhöhlen findet sich unter normalen Verhältnissen eine äusserst geringe Menge einer klaren serumartigen Flüssigkeit, welche offenbar von den Adergeflechten secernirt wird. Ein zweites Fluidum, der *Liquor cerebrospinalis*, ist in den beschriebenen, nach *Luschka* an der *Arachnoidea spinalis* von einem Epithel belegten Unterarachnoidealräumen enthalten und aus dem grössten derselben, der von der Hirnbasis bis zum Ende des Sackes der *Dura mater medullae* sich erstreckt, leicht zu erhalten. Derselbe ist alkalisch, enthält 98,56 Wasser, 0,55 Eiweiss und Extractivstoffe, 0,84 Salze, besonders Chlornatrium und scheint als Hauptbedeutung die zu haben, eine freiere Bewegung des centralen Nervensystems zu bewirken und als Regulator bei verschiedenen Füllungszuständen des Gefässsystemes zu wirken.

Luschka beschreibt auch an der Innenseite der *Arachnoidea*, d. h. des visceralen Blattes der Autoren, so wie an den Stellen der *Pia mater*, die durch grössere Lücken von der *Arachnoidea* getrennt sind, sowohl am Rückenmark als am Gehirn ein Epithel.

Im Folgenden mögen noch einige pathologische Zustände erwähnt werden. Das *Ependyma ventriculorum* hat nicht bloss, wie oben schon berührt, fast constant stellenweise eine faserige, dünnere Unterlage, sondern ist häufig besonders bei Wassersucht der Höhlen und im Alter, durch eine solche ungemein verdickt. In beiden Fällen enthält es constant, von *Purkyně* zuerst erwähnte, Amylonkörnchen ähnliche, runde oder bisquitförmige, gelbliche Körper mit concentrischer Streifung, die wie *Virchow* neulich entdeckt hat (in s. Arch. VI. p. 135, 268, 416), aus einer dem Stärkemehl und der Cellulose verwandten Substanz bestehen und durch Jod bläulich, durch Jod und Schwefelsäure violett sich färben, in heissem Wasser sich lösen, in Aether dagegen unverändert bleiben. Ich finde diese offenbar pathologischen *Corpuscula amylacea* (Fig. 165), die man mit *Virchow* Amyloidkörperchen nennen könnte, fast constant am *Fornix*, der *Stria cornea* und dem *Septum pellucidum*, aber auch anderwärts in den Wänden der Hirnhöhlen, ausserdem in der Rinde des Gehirns, in der Marksubstanz des Markes, im *Filum terminale*, in der *Retina*, in der Schnecke des Menschen, an den ersten Orten oft in un-

glaublicher Menge eines dicht am andern in dem neugebildeten Bindegewebe oder zwischen den Nervenelementen. *Virchow* sah sie auch im Ependymfaden des Markes, im *Olfactorius*, *Acusticus* und *Opticus*, dann, freilich ohne concentrische Streifung in der sogenannten Wachsmilz, in der sie aus den Zellen des Parenchyms oder den *Malpighi*'schen Körpern sich zu bilden scheinen, *Luschka* im *Ganglion Gasseri* und Mark der Hemisphären. — In den *Plexus chorioidei*, in der Zirbel, hie und da in der *Pia mater* und *Arachnoidea* (auch im Marke) und, obschon selten, auch in den Wänden der Ventrikel findet sich ferner als constante, jedoch pathologische Production der Hirnsand. Derselbe besteht aus rundlichen, einfachen oder maulbeerförmig gruppirten, dunklen, meist concentrisch gestreiften Kugeln von 0,005—0,05‴ und daneben aus rundlich eckigen Massen von Tropfstein-, Keulen- oder anderweitig unregelmässiger Gestalt, mit unebener, hügeliger, muscheliger Oberfläche, auch wohl in Form von einfachen, verästelten oder netzförmig verbundenen, cylindrischen, starren Fasern und von feiner Punktmasse. Der Hirnsand enthält vorzüglich kohlensauren Kalk, aber auch phosphorsauren Kalk und Bittererde und eine organische Substanz, die nach dem Ausziehen der Salze meist vollkommen in der Gestalt der Concretion, z. B. als ein concentrisch schaliger, blasser Körper oder als helle Faser zurückbleibt. Es ist ganz sicher, dass dieser Hirnsand, wenn er in länglichen, verästelten, netzförmigen Massen auftritt, einfach in den Bindegewebsbündeln sich entwickelt (Fig. 165), so in der Zirbel nicht selten und in den Hirnhäuten; in andern Fällen scheint derselbe eine selbständige Incrustirung von Faserstoffgerinseln zu sein. Mit Kalk imprägnirte Zellen, wie sie *Remak* (*Obs.* p. 26) annahm, kommen dagegen nach *Harless* (*Müll.* Arch. 1845. p. 354) nicht vor. — Endlich mögen auch noch die Pacchionischen Granulationen und die Ossificationen der Hirnhäute erwähnt werden. Erstere, die besonders zu beiden Seiten der Basis der grossen Sichel und am Rande der *Fissura cerebri*, an den *Flocculi*, in den *Plexus chorioidea* u. s. w. sitzen und nach *Luschka* bei geringer Entwickelung normal sind, daher er sie Arachnoidealzotten nennt, bestehen vorzüglich aus einer derben faserigen Masse wie unreifes Bindegewebe und enthalten auch unentwickeltes elastisches Gewebe Hirnsand und *Corpuscula amylacea*; letztere, wahre Knochenplättchen, finden sich theils an der Innenfläche der *Dura* des Gehirns, theils an der *Arachnoidea*, namentlich der *Cauda equina*.

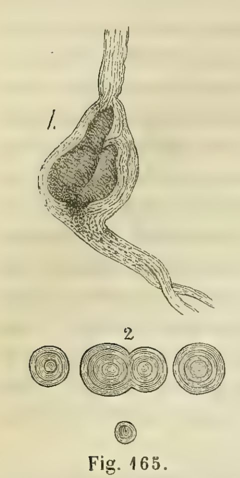


Fig. 165.

Peripherisches Nervensystem.

§. 122.

Rückenmarksnerven. Die vom Marke abstammenden 31 Nervenpaare entspringen mit wenigen Ausnahmen mit vorderen und hinteren Wurzeln. Diese erhalten eine zarte Bekleidung von der *Pia mater*, setzen convergirend durch den Subarachnoidealraum und durchbohren dann, jede für sich, auch die *Arachnoidea* und *Dura mater*, welche letztere ihnen eine festere Hülle abgibt. Im weiteren Verlauf bildet die hintere Wurzel ihr Ganglion, dadurch, dass um ihre Nervenfasern herum und auch zwischen dieselben Ganglienzellen sich anlagern, welche allem Anscheine nach Alle besonderen

Fig. 165. 1. Hirnsand aus der *Glandula pinealis* in Bindegewebsbündeln. 2. *Corpuscula amylacea* aus dem *Ependyma* des Menschen, 350mal vergr.

Nervenröhren, den Ganglienfasern der Rückenmarksnerven als Ursprung dienen, die, meist je eine von einer Zelle entspringend, mit den durch das Ganglion nur hindurchtretenden Fasern der hinteren Wurzel nichts weiter gemein haben, als dass sie in ihrem ohne Ausnahme peripherischen Verlaufe an dieselben sich anlegen und mit ihnen sich mischen. Die motorische Wurzel nimmt niemals Ganglienzellen auf, sondern geht an dem Ganglion, demselben mehr oder weniger anliegend, nur vorbei. Unterhalb des Ganglion vereinen sich beide Wurzeln so, dass ihre Elemente sehr innig sich mischen und ein gemeinsamer Nervenstamm gebildet wird, der in allen seinen Theilen sensible und motorische Elemente führt. Derselbe verbindet sich gewöhnlich mit den benachbarten höheren und tieferen Nerven zur Bildung der bekannten Nervenplexus und entsendet dann schliesslich seine Endäste in die Muskeln, die Haut, an die Gefässe des Rumpfes und der Extremitäten, an die Gelenkkapseln, Sehnen und in die Knochen. Wie bei den Wurzeln, so zeigt sich auch bei den Aesten des gemeinschaftlichen Stammes, dass die motorischen vorzüglich dicke, die für die Haut und die andern genannten Organe bestimmten mehr feine Röhren führen, doch werden schliesslich in den Endausbreitungen alle Röhren gleichmässig fein. Die Nervenfasern aller Rückenmarksnerven verlaufen, wie es scheint, in den Stämmen und Aesten ganz isolirt und ohne sich zu theilen, in den Endausbreitungen dagegen kommen sehr häufig Theilungen und wenigstens in gewissen Organen (Haut, Schleimhäute, electrische Organe), auch netzförmige Anastomosen vor. Die Endigung selbst findet theils mit solchen Netzen, theils mit freien Ausläufern statt.

An dem ersten und den letzten Nerven lässt sich hie und da nur eine Wurzel, dort die motorische und hier die sensible erkennen. Die Durchmesser aller vorderen und hinteren Wurzeln der linken Seite einer männlichen und weiblichen Leiche habe ich mitgetheilt in den Verh. d. Würzb. ph. m. Ges. 1850, Heft II, die aus denselben berechneten Querschnitten finden sich in meiner Mikr. Anat. §. 116. Aehnliche Angaben hat auch *Stilling* in seinem grossen Werke über das Mark. — Die Wurzeln besitzen ein zartes Neurilem, das von der *Pia* abstammt, wie diese gebaut ist und sowohl eine äussere Hülle derselben von 0,002‴ Durchmesser als innere Scheidewände der einzelnen Nervenbündel bildet. — Häufig anastomosiren die benachbarten Wurzeln und zwar ist dies bei den sensiblen viel gewöhnlicher und namentlich an den Halsnerven beim Menschen constant bei dem einen oder andern Nerven zu finden.

§. 123.

Der Bau der Spinalganglien ist bei Säugethieren schwer zu erforschen, doch glaube ich Folgendes mit Bestimmtheit über dieselben angeben zu können. Die sensiblen Wurzeln treten, soviel ich bisher habe ermitteln können, in keinen Zusammenhang mit den Ganglienkugeln in dem Ganglion, ziehen vielmehr als ein oder in grossen Ganglien mehrere, selbst viele und dann anastomosirende Bündel einfach durch dieselben hindurch, um unterhalb des Knotens wieder zu einem Stamme sich zu sammeln, der dann gleich mit der motorischen Wurzel sich vermischt. Die Ganglienkugeln selbst stehen, wie es scheint, die meisten mit Nervenfasern in Verbindung, entweder so, dass nur eine Nervenfaser von ihnen abtritt oder indem

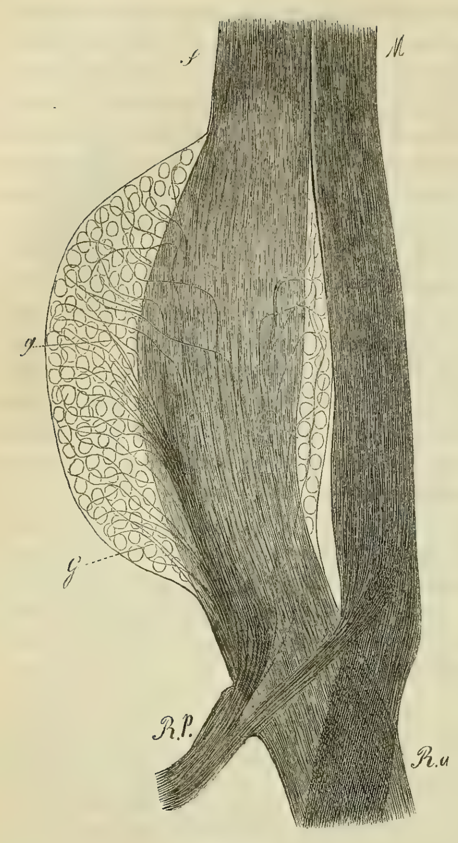


Fig. 166.

sie zwei solchen oder sehr selten noch mehreren den Ursprung geben. Diese Fasern, die ich Ganglienfasern nenne, gehen in überwiegender Mehrzahl, vielleicht alle peripherisch, schliessen sich an die durchtretenden Wurzelfasern an und verstärken dieselben, so dass mithin jedes Ganglion als Quelle neuer Nervenfasern anzusehen ist.

Zur Untersuchung der Spinalknoten wählt man die des *Sacralis V.* und *Coccygeus* des Menschen und die kleiner Säugethiere, die man theils zerzupft, theils in ihrer Totalität unter Anwendung von Essigsäure und vor Allem verdünntem Natron untersucht. — Die Fasern der Nervenwurzeln zeigen, indem sie durch die Ganglien hindurchsetzen, durchaus nichts Eigenthümliches, nämlich keine Veränderung im Durchmesser; auch Theilungen sah ich durchaus keine und glaube mit Bestimmtheit behaupten zu können, dass solche, wenn überhaupt vorhanden, auf jeden Fall sehr selten sind, da ich, obschon ich speciell nach ihnen forschte und bei Säugethieren viele Nervenfasern durch ganze Ganglien hindurch verfolgen konnte, doch nichts von ihnen bemerkte.

Die Hauptbestandtheile der Ganglien, die Ganglienkugeln oder Ganglienzellen (Figg. 107 u. 169), besitzen eine deutliche äussere Hülle, sind meist rundlich, länglich oder birnförmig und gewöhnlich leicht abgeplattet und messen von 0,012—0,036‴, selbst 0,04‴, in der Mehrzahl 0,02 und 0,03‴. Der Inhalt ist durchweg feinkörnig und nicht selten in der

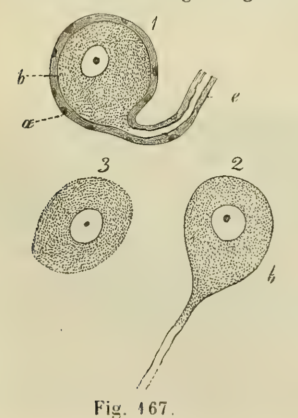


Fig. 167.

Fig. 166. Ein *Ganglion lumbale* eines jungen Hundes mit Natron behandelt und 45mal vergr. *S.* Sensible Wurzeln, *M.* motorische Wurzeln, *R. a.* vorderer Ast des Rückenmarksnerven, *R. p.* hinterer Ast; bei beiden ist ihre Zusammensetzung aus beiden Wurzeln deutlich, *G.* Ganglion mit den Zellen und den Ganglienfasern, die die durchtretende sensible Wurzel verstärken helfen.

Fig. 167. Ganglienkugeln aus dem *Ganglion Gasseri* der Katze, 350mal vergr. 1. Zelle mit kurzem, blassem Fortsatz mit einem Faserursprung, *a.* Hülle der Zelle und Nervenröhre mit Kernen, *b.* Zellenmembran der Ganglienkugel. 2. Zelle mit einem Faserursprung ohne Hülle, *b.* Zellenmembran der Ganglienkugel. 3. Ganglienkugel durch Präparation ihrer Zellmembran und äusseren Scheide beraubt.

Nähe des Kernes mit einer im Alter zunehmenden Ansammlung von gelben oder gelbbraunen grösseren Pigmentkörnern versehen, denen vorzüglich die Ganglien ihre gelbe Farbe verdanken. Die Kerne messen 0,004—0,008''', die Nucleoli 0,0008—0,002'''. Diese Ganglienzellen nun finden sich in den Spinalganglien einmal in grösserer Menge an der Oberfläche der Knoten zwischen dem Neurilem und den durchsetzenden Wurzelfasern und, wenigstens beim Menschen, auch in dem Innern derselben, wo sie nesterartig die Räume des Nervenröhrenplexus erfüllen. Durch ein besonderes Gewebe werden die einzelnen Zellen in ihrer Lage erhalten und von ihren Nachbarn und den Nervenröhren getrennt, welches an isolirten Zellen wie eine besondere Hülle derselben erscheint und daher auch äussere Scheide derselben genannt wird, in der That jedoch ein das ganze Ganglion durchziehendes System von vielfach verbundenen kleinen Scheidewänden darstellt, die die einzelnen Zellen zwischen sich aufnehmen, und nur seltener als bestimmt abgegrenzte Hülle einzelner Kugeln auftritt. Dieses Gewebe zählt offenbar zum Bindegewebe, tritt jedoch in mehrfachen Formen auf, die zum Theil schon *Valentin* (*Müll.* Arch. 1839, S. 143) richtig gewürdigt hat, nämlich 1) in Gestalt einer bald mehr homogenen, bald mehr faserigen Substanz mit eingestreuten plattrundlichen Kernen von 0,002—0,003''' und 2) in Form einzelner länglicher, dreieckiger oder spindelförmiger Zellen von 0,003—0,005''', mit Kernen wie vorhin, die zum Theil wohl Epitheliumzellen gleichen, jedoch wie eine Vergleichung ihrer verschiedenen Formen ergibt, eher den Entwicklungszellen des Bindegewebes oder des elastischen entsprechen (Fig. 168). Ausser diesen zwei Bildungen, von denen die erste überall verbreitet ist, die zweite besonders in grösseren Ganglien sich findet, kommen beim Menschen auch noch Zwischenformen vor, die aus kernhaltigen sogenannten *Remak*'schen Fasern (siehe unten) bestehen, wenigstens bei der Präparation in solche zerfallen.

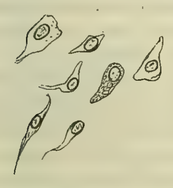


Fig. 168.

Von weitaus den meisten Ganglienzellen gehen beim Menschen und bei den Säugethieren blasse Fortsätze von 0,0015—0,0025''' aus, ganz entsprechend denen der centralen Zellen, jedoch mit einer besonderen Hülle versehen, die, wie ich im J. 1844 auffand (Selbst. u. Abh. des symp. Nerv. Zürich 1844, S. 22), je einer in eine dunkelrandige Nervenröhre sich fortsetzen (Fig. 167, 169). Die von mir beobachteten Zellen waren nur mit einem Fortsatze versehen, sogenannte unipolare, und ich glaubte zuerst, dass nur solche in den Spinalknoten sich finden. Nun ergeben aber neuere Erfahrungen, namentlich von *Stannius*, dass in denselben auch Zellen mit 2 Fortsätzen, von denen selbst einer nochmals sich theilen kann, vorkommen und es wird daher neuer ausgedehnter Untersuchungen bedürfen, um zu ermitteln, wie die Sache eigentlich sich verhält. Schon jetzt glaube ich jedoch Folgendes bemerken zu müssen. 1) Beim Menschen und Säugethieren habe ich unipolare Zellen sicher constatirt und glaube auch aussagen zu dürfen, dass dieselben sehr zahlreich sind. 2) In der neuesten Zeit habe auch ich, obschon selten, Zellen mit zwei blassen Fortsätzen gesehen, und will ich gern die Möglichkeit zugeben, dass solche Zellen häufiger vorkommen, da es sicher ist, dass bei der verhältnissmässig rohen Methode, deren man sich bedienen muss, um die Zellen

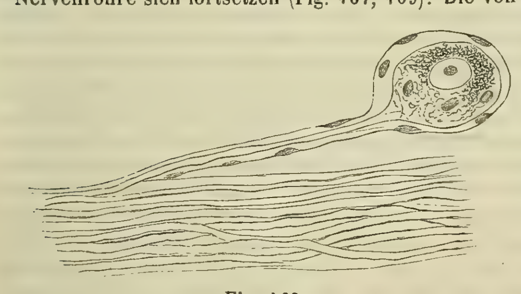


Fig. 169.

Fig. 168. Zellen aus der Scheide der Ganglienkugeln der Spinalknoten des Menschen, 350mal vergr.

Fig. 169. Aestchen des *Nervus coccygeus* innerhalb der *Dura mater*, mit einer ansitzenden gestielten Ganglienkugel in ihrer kernhaltigen Scheide, bei der ein Faserabgang sehr deutlich ist, 350mal vergr. Vom Menschen.

zu isoliren, viele Fortsätze abreissen. 3) Wenn *Stannius* in der neuesten Zeit bei einem menschlichen und einem Kalbsfötus, neben unipolaren und apolaren Zellen, bei letzterem zahlreiche bipolare gesehen hat, so ist zu fragen, ob die letzteren Zellen nicht solche waren, die später sich theilen — da Theilungen der Zellen der Ganglien unzweifelhaft vorkommen (siehe unten) — und hierdurch zu unipolaren werden. 4) Mögen die Zellen eine oder zwei Fasern abgeben, so treten die letzteren doch nicht die eine central und die andere nach der Peripherie, sondern beide nach der Peripherie ab, wenigstens sieht man bei der Untersuchung ganzer kleiner Ganglien nur solche Ganglienfasern, auch fand *Stannius* an solchen bipolaren Zellen vom Kalbe die zwei Fortsätze dicht beisammen. 5) Ob in den Spinalganglien auch Zellen ohne Fortsätze vorkommen, ist schwer zu entscheiden, da die Fortsätze ungemein leicht abreissen und verstümmelte Zellen sehr leicht für apolare genommen werden können. In kleinen Ganglien von Säugern kann man zu jeder Zelle eine Faser verfolgen, dagegen zeigen sich in den kleinsten *Ganglia spinalia* des Menschen und an den inconstanten Knötchen der hintern Wurzeln (s. d. folg.) nicht selten Zellen, zu denen keine Faser herantritt, und daher möchte ich mich vorläufig nur dahin aussprechen, dass auf jeden Fall von der Mehrzahl der Zellen Fasern entspringen. Zur Untersuchung dieser Verhältnisse wählt man beim Menschen entweder die grösseren Knoten, welche man dann, wo möglich unter einem einfachen Mikroskope, sorgfältig zerfasert, bis man einen Faserursprung findet, was bei einiger Uebung doch fast in jedem Ganglion gelingt oder man hält sich an die kleineren Ganglien des *Sacralis V.* und *Coccygeus.* In diesen trifft man fast in jedem Individuum einzelne ganz isolirt neben den Ganglien oder in der Nähe derselben befindliche gestielte Ganlienkugeln, jede in ihrer besonderen, hier homogen aussehenden Scheide (Fig. 169) und erkennt in vielen Fällen ausnehmend deutlich die im Stiel der Kugel liegende, einfache, dunkle Nervenfaser und häufig auch deren Zusammenhang durch einen blassen Fortsatz mit der Zelle. Auch die *Ganglia aberrantia (Hyrtl)*, d. h. inconstante, grössere oder kleinere, in jeder Leiche vorkommende Ansammlung von Ganglienkugeln an den hinteren Wurzeln der grösseren Nerven, lassen hie und da einfache Faserursprünge bestimmt erkennen. — Die von den Ganglienzellen entspringenden dunkelrandigen Fasern bilden einfach die Fortsetzung der blassen Ausläufer der Zellen, so dass Hülle und Inhalt beider Theile continuirlich in einander übergehen und somit auch die Membran und der Inhalt der Zelle mit der Scheide der Nervenröhren und der Markscheide sammt dem Axencylinder verbunden sind. An älteren Ganglienkugeln oder nach Einwirkung von Reagentien (arseniger Säure, Chromsäure, Jod), löst sich der Inhalt der Zellen von der Membran und erscheint der Axencylinder als directe Fortsetzung desselben (Fig. 170), wie zuerst *Harting* gezeigt hat (vergl. auch *Stannius* in Gött. Anz. 1850 und *Leydig* l. c. Tab. I. Fig. 9), wodurch am besten gezeigt wird, dass der Inhalt der Ganglienkugeln nicht als in einer erweiterten Nervenröhre liegend aufgefasst werden kann. Die entspringenden Nervenröhren oder Ganglienfasern, die oft bogenförmig oder in mehreren Circeltouren die Zellen umgeben, sind anfangs fein, von 0,0015—0,0025‴, bleiben jedoch nicht so, wie ich früher glaubte, als ich nur ihren Ursprung kannte, sondern nehmen, wie man sehr leicht an vielen Fasern direct beobachten kann, sehr bald, schon innerhalb des Ganglion, Alle bis zu 0,003 und

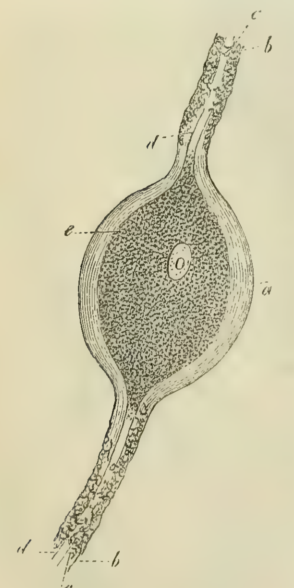


Fig. 170.

Fig. 170. Ganglienkugel vom Hecht (sogenannte bipolare), die an zwei Enden in dunkelrandige Nervenröhren ausläuft, mit arseniger Säure behandelt, 350mal vergr. *a.* Hülle der Kugel, *b.* Nervenscheide, *c.* Nervenmark, *d.* Axenfaser mit dem von der Hülle zurückgezogenen Inhalt *e* der Ganglienkugel zusammenhängend.

0,004''', manche selbst bis zu 0,005 und 0,006''' an Dicke zu, werden mithin zu mitteldicken und dicken Nervenröhren. Die Fortsätze der Zellen und die entspringenden Nervenfasern besitzen ebenfalls gekernte Scheiden, wie die Zellen selbst, sogenannte Scheidenfortsätze, verlieren dieselben jedoch da, wo sie an den austretenden Stamm sich anlegen und erhalten statt ihrer das gewöhnliche Neurilem der Nerven als Umhüllung.

Meine eben gegebene Schilderung von dem Verhalten der Spinalganglien der Säugethiere und des Menschen weicht sehr erheblich von dem ab, was *Bidder-Reichert*, *R. Wagner* und *Robin* im Jahre 1847 bei Fischen gefunden haben. Die Hauptdifferenz liegt darin, dass während bei den Säugethieren nach allem, was wir wissen, die Wurzeln in kein directes Verhältniss zu den Ganglienzellen treten und die Ganglien einfach durchsetzen, bei den Fischen alle Wurzelfasern mit denselben verbunden sind, so dass jede Faser durch eine bipolare Zelle unterbrochen ist und besondere Ganglienfasern gänzlich fehlen. *R. Wagner* hat geglaubt, das bei den Fischen gefundene unbedingt auf alle Wirbelthiere übertragen zu können und behauptet, dass das Vorkommen bipolarer Zellen im Verlaufe der hintern Wurzelfasern mit dem *Bell*'schen Lehrsatze im Zusammenhange stehe und ein nothwendiges Moment in der Mechanik der sensitiven Fasern sei; ferner dass nun der höchst wichtige und so lange gesuchte anatomische Unterschied zwischen sensiblen und motorischen Primitivfasern gefunden sei. Im Gegensatze hierzu habe ich die Ansicht ausgesprochen, dass keine Nöthigung vorhanden sei, das bei den Fischen gefundene auf den Menschen zu übertragen und dass die Unterbrechung einer sensiblen Faser durch eine Ganglienkugel dieselbe als Faser von einer motorischen nicht unterscheide. Wenn auch *Wagner* diese meine Auffassung in der neuesten Zeit unphysiologisch genannt hat, so wird er hiermit doch Niemand überzeugen, dass die Spinalknoten der Säuger so gebaut sind, wie er dieselben sich denkt, und sprechen auch in der That alle neueren Erfahrungen von *Stannius*, *Axmann*, *Remak*, *Ecker*, *Schiff* mit mehr oder weniger Bestimmtheit dafür, dass in den Spinalganglien der höhern Thiere auch oder vorwiegend unipolare Zellen sich finden. — Zur Vervollständigung derselben führe ich noch an, dass bei directer Messung der sensiblen Wurzeln über und unter den Ganglien eine nicht unbedeutende Differenz zu Gunsten des letztern Ortes sich ergibt (siehe meine Mikr. Anat. II. S. 509), welche, da Verschiedenheiten in der Dicke der ein- und austretenden Nervenröhren und Theilungen derselben innerhalb des Ganglion nicht vorkommen (*Remak* will übrigens in den Spinalganglien des Rindes Theilungen dunkelrandiger Fasern nicht selten gesehen haben), nur auf Rechnung der in den Ganglien entspringenden und peripherisch weiter ziehenden Fasern gesetzt werden kann, eine Annahme, die auch durch die directe Beobachtung sich bestätigt (Fig. 166).

In Betreff der interessanten Beobachtungen über den Bau der Spinalknoten niederer Thiere und namentlich der Fische, verweise ich besonders auf die unten citirten Schriften von *R. Wagner*, *Bidder*, *Robin* und *Stannius*, ausserdem auf die Arbeiten von *Meissner*, *G. Walter*, *Wedl*, *Clarke* und *Faivre*. Die Untersuchungen über die Wirbellosen haben überall bestimmt unipolare Zellen, z. Th. neben andern, ergeben, woraus sich diejenigen eine Lehre ableiten können, welche, weil sie solche Zellen mit ihren einseitigen physiologischen Anschauungen nicht verwerthen konnten, die Existenz derselben bei höheren Thieren gänzlich in Abrede stellten. Wenn reine Physiologen durch Hypothesen über die anatomische Basis sich hinwegsetzen, so kann man das allenfalls begreifen, wenn aber Forscher, die ihr Leben lang morphologischen Studien obgelegen sind, in ähnlicher Weise sich gebahren, so ist dies unverzeihlich. —

§. 124.

Weiterer Verlauf und Endigung der Rückenmarksnerven. Unterhalb des Spinalknotens vereinen sich die sensible und motorische Wurzel zur Bildung eines gemeinschaftlichen Stammes und zwar so, dass ihre Fasern verschiedentlich sich mischen, wie sich bei kleinen Thieren sehr deutlich

direct beobachten lässt. Alle von nun an abgehenden Aeste, sowohl der vordere und der hintere Hauptast als auch deren fernere Verbreitungen sind mithin gemischter Natur, von Theilen beider Wurzeln gebildet, welches Verhalten auch bis zur letzten Ausbreitung so bleibt. Hier jedoch ändert sich dasselbe, indem die motorischen Fasern in ungemein vorwiegender Menge in die Muskelzweige, die sensiblen vorzüglich in die Hautäste abgehen. Wo die in den Spinalganglien entspringenden Ganglienfasern sich ausbreiten, ist auf anatomischem Wege nicht zu ermitteln. Berücksichtigt man aber die Physiologie, so möchte es als das Wahrscheinlichste erscheinen, dass dieselben nicht, oder wenigstens nicht alle, wie man auf den ersten Blick zu glauben geneigt ist, in den *Rami communicantes* zum *Sympathicus* gehen, sondern, mit den Rückenmarksnerven verlaufend, vor Allem in die Gefässnerven derselben übertreten und mithin in Haut, Muskeln, Knochen, Gelenken, Sehnen und Häuten (*Periost, Pia mater* etc.) sich ausbreiten, dann aber auch vielleicht zu den Drüsen und unwillkürlichen Muskeln der Haut sich begeben. — Die Nervenfasern in den Hauptästen der Rückenmarksnerven zeigen dieselben Durchmesser wie in den Wurzeln, d. h. es finden sich feine und dickere Röhren und eine gewisse Zahl von Uebergangsformen, im weitern Verlauf scheiden sich jedoch die Fasern, so dass die dickeren mehr in die Muskeläste, die dünneren in die Hautnerven übergehen. Nach den Angaben von *Bidder* und *Volkmann* ist das Verhältniss der dünnen zu den dicken Fasern beim Menschen in den Hautnerven wie 1,1:1, in den Muskelnerven wie 0,1—0,33:1, welche Angaben ich nur bestätigen und denselben noch das beifügen kann, dass die Nerven der Knochen in den Stämmen ⅓ dicke, ⅔ dünne Röhren führen, während die der Gelenke, Sehnen und Häute vorwiegend dünne Fasern enthalten. Meiner Ansicht nach müssen die meisten feinen Fasern der Spinalnervenäste als vom Rückenmark abstammend in ihrer Function den dicken für ganz gleich bedeutend gehalten werden, und halte ich es auch für wahrscheinlich, dass dieselben nicht zum Gehirn emporgehen, sondern im Marke entspringen, worüber §. 124 zu vergleichen ist.

Die Rückenmarksnerven bestehen zwar im Allgemeinen aus parallel und meist wellenförmig verlaufenden Röhren, von welchem Umstande auch das quergebänderte Ansehen derselben herrührt, zeigen aber doch im Verlaufe sehr häufig Anastomosen, durch welche die verschiedenen grösseren oder kleineren Plexus mit sich kreuzenden Fasern entstehen. Die Bildung derselben beruht auf einem Austausch ganzer Bündel oder Fasern, nie auf einem Zusammenhang der einzelnen Primitivfasern und bietet vom mikroskopischen Standpunkte aus nichts Bemerkenswerthes dar. — Theilungen der Nervenröhren kommen in den Stämmen und grösseren Aesten der Rückenmarksnerven der Säugethiere nicht vor [bei den Fischen sah *Stannius* vielfache Theilungen in den Stämmen von motorischen und gemischten Nerven (Archiv für phys. Heilk. 1850, S. 77)], ebenso wenig eine erhebliche Aenderung in ihrem Durchmesser; dagegen finden sich allerdings auch beim Menschen in den Endausbreitungen solche Theilungen und zugleich eine sehr bedeutende Abnahme der Röhren in ihrem Durchmesser, mit Bezug auf welche Verhältnisse und auf die Endigungen in Haut, Muskeln, Knochen, Häuten überhaupt

auf die an den betreffenden Orten gegebenen ausführlichen Schilderungen verwiesen wird.

Nur eine Art der Endigung der Rückenmarksnerven ist hier noch zu besprechen, die in den Pacinischen Körperchen. So nannten *Henle* und ich (Ueber die Pacin. Körperchen d. Menschen u. der Thiere, Zürich 1844) von dem Italiener *Pacini (Nuovi organi scoperti nel corpo umano, Pistoia* 1840) zuerst genauer beschriebene kleine Organe, namentlich an den Nerven der Handfläche und Fusssohle, die allerdings, wie *Langer* in Wien später nachwies, schon von dem Deutschen *A. Vater (J. G. Lehmann, de consensu partium corp. hum. Vitembergae* 1741*)* gesehen, jedoch in ihrer Bedeutung nicht erkannt worden waren. Diese Organe von elliptischer oder birnförmiger Gestalt, weisslich durchscheinender Farbe, mit einem weisseren Streifen im Innern und von ½—2‴ Grösse finden sich beim Menschen constant an den Hautnerven der Handfläche und Fusssohle in dem Unterhautzellgewebe selbst und zwar am zahlreichsten an den Fingern und Zehen, namentlich am dritten Abschnitte derselben [nach *Herbst* (Die Pacin. Körperchen und ihre Bedeutung, Gött. 1847) finden sich an der Hand ungefähr 600, am Fuss etwas weniger], ausserdem zeigen sie sich, was hier ebenfalls besprochen werden mag, ohne Ausnahme an den grossen sympathischen *Plexus* vor und neben der *Aorta abdominalis*, hinter dem *Peritoneum*, besonders in der Nähe des *Pancreas*, manchmal auch im Gekröse des Dünndarmes bis nahe an den Darm hin, ferner ausnahmsweise an anderen Nerven, so am *Nervus pudendus communis*, an der *Glans penis (Fick)* und am *Bulbus urethrae,* an den *Nervi intercostales*, am *Plexus sacralis*, an den Hautnerven des Ober- und Unterarmes, am Hand- und Fussrücken, an den Hautnerven des Halses, am *N. infraorbitalis (Hyrtl)*, an Knochennerven (ich).

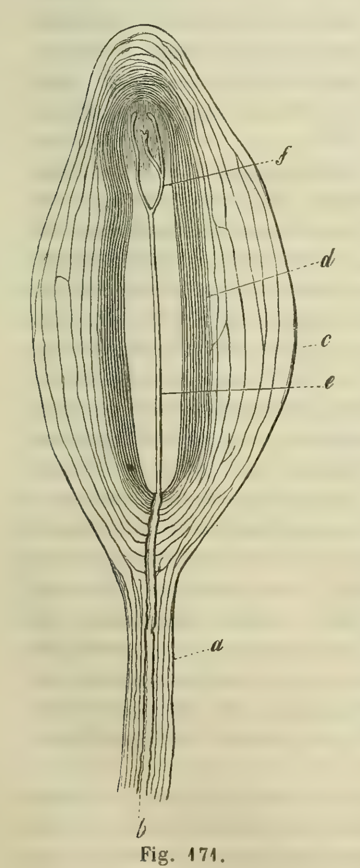


Fig. 171.

Der Bau der Pacinischen Körperchen ist im Ganzen einfach (Fig. 171). Ein jedes derselben besteht aus sehr vielen (20—60) concentrischen Schichten von mehr homogenem Bindegewebe mit vielen zarten Saftzellen, von denen die äusseren durch grössere, die inneren durch kleinere Zwischenräume von einander getrennt sind, in denen eine helle serumartige Feuchtigkeit sich findet, die in dem Raume der innersten Schicht durch eine helle, fein granulirte

Fig. 171. Ein Pacinisches Körperchen des Menschen, 350mal vergr. *a.* Stiel desselben, *b.* Nervenfaser in demselben, *c.* äussere, *d.* innere Schicht der Hülle, *e.* blasse Nervenfaser in der centralen Höhle, *f.* Theilungen und Ende derselben.

und mit zarten Kernen versehene Substanz ersetzt wird. Jedes Körperchen besitzt einen aus den Fortsetzungen seiner Schichten gebildeten rundlichen, mit einem Nervenzweigchen verbundenen Stiel, in welchem eine von den Nerven abgehende, dunkle, 0,006—0,068‴ (bei der Katze 0,0044—0,0077‴) breite Nervenfaser zu dem Körperchen verläuft. Dieselbe tritt aus dem Stiel in den centralen Raum, wird hier 0,006‴ breit und 0,004‴ dick, blass, marklos, fast wie ein Axencylinder und endet im oberen Theile der inneren Höhlung häufig zwei- oder dreigespalten, mit einem freien, leicht granulirtem Knöpfchen. Weiteres, auch vergleichend anatomisches Detail über diese bei vielen Säugethieren (am schönsten im Mesenterium der Katze) und auch bei Vögeln in der Haut, an den Extremitäten, am Schnabel, in der Zunge *(Herbst, Will)* zahlreich vorkommenden Gebilde, über welche die Physiologie noch ganz im dunkeln ist, findet sich in den oben citirten Schriften, dann auch bei *Reichert* (Bindegewebe, S. 65), *Herbst* (Götting. gel. Anz. 1848, Nr. 162. 163, 1850, Nachr. v. d. Univ. p. 204, 1851, p. 161), *Will* (Sitzungsberichte der Wiener Acad., Febr. 1850), *Osann* (Bericht üb. d. zoot. Anst. in Würzb. 1849), *Strahl* (*Müll.* Arch. 1848, S. 163), *Pappenheim* (*Compt. rend. XXIII. p.* 68), *Leydig* in Zeitschr. f. wiss. Zool. V. p. 75 und *Kölliker ibidem p.* 118.

Die Rückenmarksnerven sind von ihrer Durchtrittsstelle durch die *Dura mater* an von einer festeren bindegewebigen Hülle, der Nervenscheide, *Neurilemma*, umhüllt, die mit feineren Ausläufern auch in das Innere der Nerven eingeht und wie bei den Muskeln, einerseits grössere und kleinere Fascikel abgrenzt und auch mit ganz verfeinerten Scheiden zwischen die einzelnen Röhren sich einsenkt (Fig. 172). In den Endausbreitungen, wo oft einzelne oder einige wenige Primitivfasern noch eine äussere Scheide besitzen, erscheint das Neurilem als eine homogene, mit länglichen Kernen von 0,003‴ besetzte Hülle (*Robin's perinèvre*), und so bleibt es auch bei den kleineren Zweigen der Haut- und Muskelnerven, nur dass nach und nach die Substanz der Länge nach in Fasern sich zu spalten beginnt, die Kerne länger werden (0,005—0,008‴), oft fast wie in glatten Muskeln, und auch Saftzellen und elastische Fäserchen auftreten, die manchmal ganze Bündel umspinnen. In grösseren Nerven tritt dann schliesslich gewöhnliches Bindegewebe mit deutdeutlichen, der Länge nach ziehenden Fibrillen, wie in fibrösen Häuten, untermengt mit vielen elastischen Netzen auf, doch zeigen sich auch hier noch, namentlich im Innern, unreifere Formen von Bindegewebe und elastischem Gewebe.

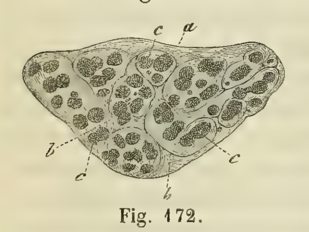


Fig. 172.

Alle grösseren Nerven enthalten Gefässe, obschon nicht gerade in grosser Zahl, die vorzüglich der Länge nach verlaufen und ein lockeres Netz enger Capillaren von 0,002—0,004‴ mit länglichen Maschen entwickeln, das

Fig. 172. Querschnitt des *Nervus ischiadicus*, 15mal vergr. *a.* Gesammthülle des Nerven, *b.* Neurilem der tertiären Bündel, *c.* secundäre Nervenbündel, zum Theil mit besonderen Scheiden; vom Kalbe.

die Bündel umspinnt und zum Theil zwischen die Elemente derselben eingeht, jedoch nie einzelne Primitivfasern, sondern immer nur ganze Abtheilungen derselben umgibt. Die Ganglien enthalten ein zierliches Capillarnetz in Gestalt eines Maschenwerkes, so dass jede Ganglienkugel von besonderen Gefässen umgeben ist. Auch die Pacinischen Körperchen enthalten Gefässe, die selbst bis zum centralen Raume dringen (*Todd-Bowman* I. p. 75 und 76, *Herbst* Taf. IV. Fig. 1 und 2).

§. 125.

Kopfnerven. Die vom Gehirn entspringenden sensiblen und motorischen Nerven stimmen mit den Rückenmarksnerven in den meisten Punkten so überein, dass eine kurze Charakteristik derselben genügt, und was die höheren Sinnesnerven anlangt, so werden dieselben später bei den Sinnesorganen ausführlicher besprochen werden.

Die motorischen Kopfnerven, das III., IV., VI., VII. und XII. Paar, verhalten sich sowohl in Bezug auf die Wurzeln als auf den Verlauf und die Ausbreitung ganz wie die motorischen Wurzeln und Muskelzweige der Rückenmarksnerven, mit der einzigen Ausnahme, dass allen diesen Nerven durch Anastomosen mit sensiblen Nerven etwelche sensible Fasern für die Muskeln zugeführt werden. Berücksichtigung verdient 1) dass nach *Rosenthal* und *Purkyně* im Stamme des *Oculomotorius* des Rindes Ganglienkugeln vorkommen, welche jedoch *Bidder* (p. 32) nicht finden konnte; 2) dass der *Facialis* im Knie eine Menge grösserer Ganglienkugeln hat, durch welche jedoch nach *Remak* nur ein Theil der Fasern hindurchgeht (*Müll.* Arch. 1841); 3) dass nach *Volkmann* (bei *Bidder* Ganglienkörper S. 68) die kleine, mit einem Ganglion versehene Wurzel des *Hypoglossus* des Kalbes motorische Effecte hervorruft. Welche Bedeutung dieses Vorkommen von Ganglienkugeln in motorischen Nerven hat, ist unausgemacht. Wahrscheinlich entspringen von denselben einfach Fasern mit peripherischer Ausbreitung, gerade wie in den Spinalganglien. Auf jeden Fall zeigt dasselbe, dass Ganglien nicht nothwendig an sensiblen Nerven sitzen müssen. Das V., IX. und X. Paar gleichen insofern den Spinalnerven, als sie alle motorische und sensible Elemente führen. Beim *Trigeminus* hat die kleine Wurzel vorwiegend dicke Röhren, die grosse viele feine Fasern. Das Ganglion *Gasseri*, auch die kleinen an demselben ansitzenden Knötchen, enthält viele grössere und kleinere Ganglienkugeln von 0,008—0,030''' mit kernhaltigen Scheiden und verhält sich, nach dem was ich bei kleinen Säugethieren und beim Menschen sah, wie ein Spinalknoten, d. h. es lässt die Fasern der grossen Wurzeln einfach durchtreten und gibt von unipolaren Zellen aus vielen mitteldicken Nervenfasern den Ursprung, die an die austretenden Zweige sich anlegen. Auch bipolare Zellen kommen vor, jedoch wie es scheint in geringerer Zahl, und was etwaige apolare Zellen anlangt, so gilt dasselbe, wie bei den Spinalknoten. Die Endausbreitung des *Trigeminus* ist grösstentheils wie bei den Hautnerven, namentlich lassen sich auch in den Schleimhäuten Theilungen der Nervenröhren bestimmt nachweisen, so in der *Conjunctiva* am Rande der

Cornea, im *Ligamentum ciliare*, in den Zahnkeimen, in den Zungenpapillen Schlingen, ob Endschlingen ist zweifelhaft, und freie Endigungen scheinen in den Papillen der Mundschleimhaut und Zunge, und in der *Conjunctiva* sich zu finden, während in der *Cornea* die Enden ganz durchsichtig und blass sind und ohne Theilungen ein weitmaschiges Netz bilden. Nach *His* findet sich hier ein ähnliches Netz, wie ich es aus der Haut der Maus beschrieb, d. h. anastomosirende feinste Faden, ebenso nach *Billroth* in den Schleimhäuten des *Tractus* von Amphibien. Nervenknäuel sah ich in den Papillen der Lippen (Zeitschr. f. wiss. Zool. IV. Tab. II. Fig. 14). Peripherische Ganglien besitzt der *N. lingualis.* Was die am *Trigeminus* vorkommenden grösseren Ganglien anlangt *(Ganglion ciliare, oticum, sphenopalatinum, linguale, supramaxillare)*, so finde ich den Bau derselben mehr wie bei den sympathischen Ganglien, nur enthalten dieselben doch ziemlich viele grössere Ganglienkugeln. — Der *Glossopharyngeus* hat, obschon mit motorischen Eigenschaften begabt, doch nach *Volkmann* (*Müll.* Arch. 1840. S. 488) keine Fasern, die nicht durch das eine oder andere seiner Knötchen hindurchsetzen. An seinen Wurzeln, die viele feine Röhren führen, finden sich nach *Bidder* (l. c. p. 30) bei Säugethieren nicht selten einzelne Ganglienkugeln, oft frei ansitzend, an denen man, wie an ähnlichen der Vaguswurzeln, zum Theil leicht den Abgang zweier mitteldicker Fasern sehen soll. Die Ganglien des *Glossopharyngeus* verhalten sich wie Spinalknoten, d.h. die Wurzelfasern treten einfach durch, und im Knoten entspringen Ganglienfasern von meist unipolaren Zellen; seine Endausbreitung enthält in der Paukenhöhle und Zunge kleine Ganglien und stimmt sonst mit der des *Trigeminus (P. major)* überein. Der *Vagus* geht beim Menschen mit allen seinen Wurzeln in das *Gangl. jugulare* ein, während er bei einigen Säugethieren (Hund, Katze, Kaninchen nach *Remak* in *Fror.* Not. 1837. No. 54; beim Hund und Schaf nach *Volkmann*, *Müll.* Arch. 1840. S. 491, nicht aber beim Kalb, wo auch in der scheinbar motorischen Wurzel Ganglienkugeln sich finden) auch ein kleineres, am Ganglion sich nicht betheiligendes Ursprungsbündel hat. Im *Ganglion jugulare* und in der *Intumescentia ganglioformis* habe ich nichts von Spinalknoten abweichendes finden können, nur gingen die Ganglienzellen z. Th. bis zu 0,009‴ herab, obschon freilich auch sehr viele grosse bis zu 0,03‴ sich zeigten. Die Endausbreitung des Nerven bietet, wie *Bidder* und *Volkmann* richtig angeben, eine constante Vertheilungsweise der dickeren und dünneren Fasern dar, so dass die Aeste zu Speiseröhre, Herz und Magen fast ausschliesslich dünne Fasern führen, während in denen zur Lunge und im *Laryngeus superior* die dünnen zu den dicken Fasern wie 2 : 1 und im *Laryngeus inferior* und den *Rami pharyngei* wie 1 : 6—10 sich verhalten. Auch diese feinen Fasern stammen lange nicht alle aus dem *Sympathicus* selbst, da sie schon in den Wurzeln des *Vagus* in überwiegender Menge sich finden, und auch im *Laryngeus superior* so zahlreich sind. Ausserdem möchten viele derselben nichts als verschmälerte oder von Hause aus feinere in den Ganglien des *Vagus* selbst entsprungene sogenannte Ganglienfasern sein, die ich ebenfalls nicht zum *Sympathicus* rechnen möchte. Ueber die Endigungen des *Vagus* siehe unten an den betreffenden Orten. — Der *Accessorius Willisii*, obschon vielleicht

auch zum Theil sensibel, hat keine Ganglienkugeln und zeigt in seiner Ausbreitung und Endigung, so viel bekannt, nichts Besonderes.

Endschlingen innerhalb von Nervenstämmen hat schon *Gerber* erwähnt, und neulich beschreibt *Valentin* solche aus dem *Vagus* (Brusttheil) der Maus und Spitzmaus, ohne über ihre Bedeutung etwas aussagen zu wollen. Noch räthselhafter sind von *Remak* und *Bochdalek* gesehene Nervenfädchen, die aus dem Gehirn herauskommen und wieder in dasselbe zurückgehen.

§. 126.

Gangliennerven. Mit diesem Namen bezeichnet man wohl am passendsten den sogenannten Sympathicus, das sympathische oder vegetative Nervensystem, da derselbe keine physiologische Hypothese voraussetzt, sondern einfach die Thatsache ausdrückt, die anatomisch am meisten in die Augen springt. Die Gangliennerven sind weder ein ganz für sich bestehender Theil des Nervensystems *(Reil, Bichat)*, noch ein blosser Abschnitt der Cerebrospinalnerven, sondern es stehen dieselben einerseits durch sehr viele in ihren Ganglien entspringende feine Nervenfasern, Ganglienfasern des Sympathicus, ganz selbständig für sich da, während sie auf der anderen Seite durch Aufnahme einer geringeren Zahl von Fasern der andern Nerven auch mit dem Mark und dem Gehirn verbunden sind. Vergleichen wir die Gangliennerven und die Cerebrospinalnerven, so finden wir, dass die erstern, indem sie aus einer zweifachen Quelle sich zusammensetzen, in einer gewissen Beziehung allerdings den Nerven der letzteren gleichen, die ebenfalls aus Ganglienfasern des Spinalknotens und aus solchen, die aus dem Marke hervorkommen, sich bilden, jedoch namentlich darin abweichen, dass sie eine viel grössere Zahl von selbständigen Elementen, von Ganglien und Ganglienfasern, besitzen und viel zahlreichere Anastomosen unter einander eingehen. Wenn es mithin auch vom anatomischen Standpunkte aus gerechtfertigt erscheinen kann, die Gangliennerven für sich zu betrachten, so ist es doch nicht erlaubt, dieselben für etwas ganz besonderes zu halten, indem eben im Grunde jeder Nerv dieselben Hauptelemente, einige Hirnnerven, *Vagus*, *Glossopharyngeus*, selbst zahlreiche peripherische Ganglien darbieten und ausserdem die vergleichende Anatomie die Hervorbildung derselben aus den Spinalnerven und die Physiologie den Mangel eigenthümlicher Funktionen lehrt.

§. 127.

Grenzstrang der Ganglienner ven, *Nervus sympathicus*. Der *Nervus sympathicus* ergibt sich beim Menschen als ein weisslicher oder ein weisser Nerv, dessen dunkelrandige Nervenröhren in der Regel einander parallel verlaufen, ohne sich zu theilen oder zu anastomosiren und die einen 0,0025—0,006‴, selbst mehr, die andern nur 0,0012—0,0015‴ messen. Diese feineren und dickeren Fasern verlaufen zum Theil mit einander vermengt, zum Theil mehr bündelweise neben einander, letzteres namentlich in der Nähe der Ganglien des Grenzstranges und in diesen selbst. Der Bau der Ganglien ist im Allgemeinen der der Spinalganglien. Ein jedes derselben be-

steht 1) aus durchtretenden Nervenfasern, die von einem Theile des Stammes an den andern gehen, 2) aus einer gewissen Zahl feiner im Ganglion entspringender Röhren und 3) aus vielen Ganglienzellen; ausserdem senken sich in die Ganglien noch *Rami communicantes* ein und tritt eine gewisse Zahl von Aesten peripherisch aus denselben heraus. Die Ganglienzellen im *Sympathicus* (Fig. 174 *B*) verhalten sich im Wesentlichen genau so wie in den Spinalganglien, nur sind sie durchschnittlich kleiner, von 0,006—0,018''', 0,008—0,01''' im Mittel, weniger und blasser pigmentirt oder selbst farblos und



Fig. 173.

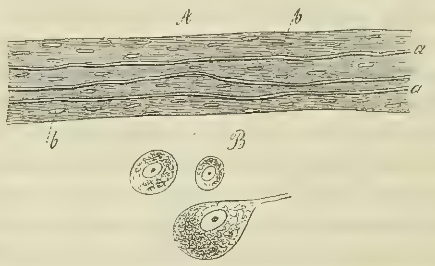


Fig. 174.

gewöhnlich ziemlich gleichmässig rund. Den Ursprung der Nervenfasern des Grenzstranges anlangend, so ist es vor Allem augenscheinlich, dass dieselben einem guten Theile nach aus den *Rami communicantes* stammen, die unmittelbar unterhalb der *Ganglia spinalia* aus den Stämmen der Rückenmarksnerven hervorgehen, im Allgemeinen wie die sensiblen Wurzeln derselben gebildet sind (d. h. vorwiegend feinere Fasern führen) und, mögen sie nun einfach oder mehrfach sein, nachweisbar mit beiden Wurzeln sich verbinden. Nach Allem, was sich bisher ermitteln liess, stammen die Fasern dieser Verbindungsäste vorzüglich vom Rückenmark und von den Spinalganglien und sind mithin Wurzeln des *Sympathicus*, einem kleineren Theile nach möchten dieselben jedoch auch von dem *Sympathicus* herkommen und an die Rückenmarksnerven sich anschliessend mit denselben peripherisch weiter sich verbreiten. — In den Grenzstrang des *Sympathicus* eingetreten, verlaufen die *Rami communicantes*, insofern sie aus den Spinalnerven abstammen, fast ohne Ausnahme in zwei oder mehrere Aeste gespalten, in demselben auf- und abwärts nach dem Kopf- und Beckenende desselben, an die

Fig. 173. Sechstes *Ganglion thoracicum* der linken Seite aus dem *Sympathicus* des Kaninchens, von der hintern Seite, mit Natron, 40mal vergr. *T.* 2. Stamm des *N. sympathicus*. *R c. R. c. Rami communicantes*, beide in zwei Aeste sich spaltend. *Spl. Splanchnicus*. *S.* Aestchen des Ganglion mit zwei stärkeren Fasern und feineren Fasern, wahrscheinlich zu Gefässen abgehend. *g.* Ganglienkugeln und Ganglienfasern an den Stamm des Grenzstranges sich anschliessend.

Fig. 174. Aus dem *Sympathicus* des Menschen, 350mal vergr. *A.* Ein Stückchen eines grauen Nerven mit Essigsäure, *a.* feine Nervenröhren, *b.* Kerne der *Remak*'schen Fasern. *B.* Drei Ganglienkugeln, eine mit einem blassen Fortsatz.

Längsfasern des Stammes sich anschliessend. Bei Kaninchen kann man die Fasern eines bestimmten *Ramus communicans* sehr häufig noch bis zum nächsten Ganglion und weiter in einzelne peripherische Aeste verfolgen, doch entzieht sich im Allgemeinen der Verlauf der einzelnen Bündel sehr bald dem Auge. Nichts destoweniger lässt sich mit grosser Bestimmtheit behaupten, dass dieselben nach und nach Alle in die peripherischen Aeste des Grenzstranges abgehen, denn einmal führen alle Aeste des Grenzstranges oft in sehr beträchtlicher Menge von denselben dunkelrandigen dickeren Fasern, die die *Rami communicantes* enthalten, und zweitens sieht man nirgends ein Ende oder einen Ursprung derselben in dem Grenzstrange selbst, was eben der Hauptgrund ist, warum die *Rami communicantes* nicht als Aeste des *Sympathicus,* sondern nur als Wurzeln desselben betrachtet werden können.

Ausser den feineren und dickeren Fasern der *Rami communicantes* enthält der Grenzstrang des *Sympathicus* noch sehr viele andere, zwar dunkelrandige, aber blasse, feinste Nervenröhren von 0,0012—0,002''', von denen ich unverhohlen behaupte, dass sie in ihm entspringen, und nicht etwa nur Fortsetzungen der Fasern der *Rami commun.* sind, wie dies in der neuesten Zeit seit der Auffindung der bipolaren Ganglienkugeln bei Fischen vermuthet worden ist. Bei den Säugethieren ist es in der That bei Untersuchung ganzer sympathischer Ganglien unter vorsichtiger Benutzung des diluirten Natrons und der Compression äusserst leicht zu zeigen, dass die grosse Mehrzahl der Fasern der *Rami commun.* mit den Ganglienkugeln nicht in der geringsten Verbindung steht, dass vielmehr dieselben durch die Knoten nur hindurchsetzen und schliesslich in die peripherischen Aeste abgehen. Da nun ausser diesen Fasern im Grenzstrange noch viele feinste Fasern vorkommen, die sich durchaus nicht auf die der *Rami commun.* zurückführen lassen, so ist klar, dass dieselben ganz neu auftretende Gebilde sein müssen. Dieser Schluss scheint noch gerechtfertigter, wenn man hinzusetzt, dass es, wie ich zuerst und viele nach mir gezeigt haben, gar nicht so schwer hält, in den sympathischen Ganglien der Säuger und Amphibien einfache Faserursprünge nachzuweisen, und wenn man weiss, dass in den Ganglien immer ein bedeutender Theil feiner Fasern als sogenannte umspinnende, d. h. in verschiedenen Krümmungen durch die Zellenmassen sich hindurchwindende, erscheint. Nach dem, was ich bei den Säugethieren und beim Menschen gesehen, stimmen die sympathischen Ganglien mit denen der Rückenmarksnerven insofern überein, als sie vorwiegend unipolare, seltener bipolare Zellen enthalten, weichen jedoch darin ab, dass in ihnen sicher apolare Zellen in bedeutender Menge sich finden, und die entspringenden Ganglienfasern ohne Ausnahme von den feinsten sind, welche in peripherischen Nerven vorkommen, und wahrscheinlich in den meisten Fällen in verschiedenen Richtungen aus den Ganglien heraustreten. Nach *Remak* kommen in den Ganglien des *Sympathicus* nur multipolare Zellen vor, was bestimmt unrichtig ist. *Küttner* dagegen findet beim Frosch nur unipolare Zellen, von denen er annimmt, dass der Fortsatz immer in zwei Nervenfasern übergehe, was jedoch nicht für alle Fälle nachgewiesen wurde. — An ein topographisches Verfolgen der verschiedenen Fasern im Grenzstrange mit Bezug auf den Ursprung derselben von bestimmten *Rami communicantes*

und Ganglien und ihren Abgang in bestimmte peripherische Zweige ist, wenn mehr als das schon Mitgetheilte gefordert wird, vorläufig noch gar nicht zu denken und bleibt diese Aufgabe der Zukunft vorbehalten.

Man hat behauptet, dass die kleineren Zellen in den Ganglien des *Sympathicus* von den grösseren, in den Spinalganglien z. B., verschieden seien und auch nur mit feinen Nervenröhren in Verbindung stehen (*Robin*), allein dies ist, wie sich schon zum Theil aus den Beobachtungen von *Wagner* und *Stannius* ergibt, nicht richtig, denn man findet 1) in den Ganglien der Kopf- und Spinalnerven der Säugethiere und des Menschen alle Uebergänge zwischen grösseren und kleineren Kugeln und trifft auch in sympathischen Knoten hie und da, obschon selten, grössere Zellen bis zu 0,03‴, und überzeugt sich 2) auch, dass der Durchmesser der in den erstgenannten Ganglien entspringenden Nervenfasern sich durchaus nicht nach dem der Zellen richtet, indem alle Ganglienfasern derselben so ziemlich dieselbe Breite besitzen, was auch bei den bipolaren Zellen der Fische sich bestätigt, bei denen oft die eine abgehende Faser bedeutend, bei *Petromyzon* nach *Stannius* selbst 6mal dicker als die andere ist. Wollte man etwa gar die kleinen Zellen als nur dem *Sympathicus* eigenthümlich ansehen, so müsste ich, wie schon früher bei den Nervenfasern, bemerken, dass abgesehen von den Ganglien der Wurzeln der Kopf- und Marknerven, kleine Nervenzellen auch an Orten vorkommen, wo an den *Sympathicus* nicht zu denken ist, wie im Mark und Hirn und, wenn man Beispiele von peripherischen Nerven wünscht, in der *Retina* und in der Schnecke. Immerhin ist so viel sicher, dass die Knoten der Gangliennerven constant kleinere Ganglienzellen haben und dass die von diesen entspringenden Röhren nur feine sind.

Bidder und *Volkmann* haben beim Frosch nachgewiesen, dass die *Rami communicantes* in der Mehrzahl ihrer Fasern mit den Rückenmarksnerven peripherisch sich ausbreiten und nur einem kleineren Theile zufolge, der noch dazu von den Spinalganglien abgeleitet wird, als Wurzeln des *Sympathicus* anzusehen sind. Ich glaube jedoch gesehen zu haben, dass bei Kaninchen und beim Menschen die *Rami communicantes* vorwiegend central verlaufen. Doch finden sich beim Menschen sehr häufig, nach *Luschka* und *Remak* immer, auch Fasern, die als Aeste des *Sympathicus* zu der peripherischen Ausbreitung der Spinalnerven anzusehen sind, von denen dann auch Aestchen zu den Nerven der Wirbel abgehen, über welche Verhältnisse die ausführlicheren Mittheilungen von mir (Mikr. Anat. II. 1. S. 525) und namentlich von *Luschka* (Nerven des Wirbelcanals, S. 10 flgde.) nachzulesen sind.

Was die Frage anlangt, woher die Fasern abstammen, die aus den Rückenmarksnerven in den Grenzstrang übergehen, so ist sicher, dass der von der motorischen Wurzel abstammende Theil der *Rami comm.*, der nach *Luschka* immer ein weisser Faden ist, vom Marke selbst seinen Ursprung nimmt, was jedoch den anderen von der sensiblen Wurzel abgehenden betrifft, so könnte derselbe theilweise oder ganz aus im Ganglion entsprungenen Fasern sich bilden. Das letztere erscheint jedoch aus zwei Ursachen unwahrscheinlich, 1) weil dann das Zustandekommen bewusster Empfindungen von den vom *Sympathicus* vorsorgten Theilen her kaum zu begreifen wäre und 2) weil die in den Spinalganglien entspringenden Fasern mitteldicke sind, in den *Rami comm.* dagegen im Ganzen nur wenige solche Fasern vorkommen, die ohnedem auf Rechnung der motorischen Wurzeln zu setzen sind.

Es ist hier der Ort, noch etwas über die feinen Fasern der Gangliennerven zu bemerken. Man weiss schon seit längerer Zeit, dass der *Sympathicus* vorwiegend dünnere Nervenfasern führt als die Cerebrospinalnerven, allein erst im Jahre 1842 haben *Bidder* und *Volkmann* zu zeigen sich bemüht, dass dieselben nicht bloss dünner, sondern auch sonst anatomisch verschieden seien, wesshalb sie dieselben gegenüber den dicken Röhren der Cerebrospinalnerven sympathische Nervenfasern nannten. Im Gegensatze hierzu versuchten *Valentin* (*Repert.* 1843. S. 103) und ich (*Symp.* S. 10 u. flgde.) darzuthun, dass die feinen Fasern im *Sympathicus* keine besondere Faserclasse ausmachen, was uns auch, wie ich glaube, so ziemlich gelungen ist. Die Hauptgründe sind die: 1) Feine und dicke Nervenröhren sind an und für sich, den Durchmesser ab-

gerechnet, in keinem wesentlichen Punkte verschieden und zeigen die zahlreichsten Uebergänge. 2) Ausser im *Sympathicus* kommen feine Nervenröhren mit wesentlich denselben Characteren, wie die sogenannten sympathischen, auch noch an vielen andern Orten vor. So beim Menschen und den Säugethieren in den hinteren Wurzeln der Spinalnerven und in denen der sensitiven Kopfnerven, wo, wie ich schon oben zeigte, an eine Abstammung der Fasern vom *Sympathicus* auch nicht von ferne zu denken ist und wir eben nur feine Cerebrospinalfasern vor uns haben; ähnliche Röhren enthält das Mark und Gehirn zu Tausenden und ebenso die zwei höheren Sinnesnerven. 3) Alle dicken Nervenfasern verschmälern sich bei ihrer Endausbreitung durch Theilung oder directe Abnahme so, dass sie schiesslich den Durchmesser und die Natur der feinen und feinsten Röhren annehmen. 4) Alle dicken Nervenröhren sind während ihrer Entwickelung einmal genau so beschaffen, wie die sogenannten sympathischen Fasern. — Aus diesen Thatsachen ergibt sich wohl mit Sicherheit, dass es unmöglich ist, die dünnen Röhren des *Sympathicus* für etwas nur ihm eigenthümliches, ganz besonderes zu halten und dass es überhaupt nicht angeht, vom anatomischen Standpunkte aus die Fasern nach ihren Durchmessern einzutheilen, da ja sehr viele Fasern während ihres Verlaufes alle möglichen Dicken annehmen. Immerhin wird man die grosse Zahl sehr dünner blasser Röhren im *Sympathicus* auch von Seiten der Anatomie hervorheben können, wie man dies ja auch bei den höheren Sinnesnerven und der grauen Substanz thut, und was das Physiologische betrifft, so bin ich zwar nicht der Meinung, dass die Feinheit der Röhren im *Sympathicus* etwas ganz Besonderes, anderwärts nicht Vorkommendes bedeutet, wohl aber dass dieselbe hier und wo sie sonst noch getroffen wird, allerdings mit einer bestimmten Art der Verrichtung zusammenhängt.

§. 128.

Peripherische Ausbreitung der Ganglienerven. Aus dem Grenzstrange des *Sympathicus* entspringen die zur Peripherie sich begebenden Zweige, die ohne Ausnahme feinere und dicke Röhren aus demselben aufnehmen, aber ausserdem, wenigstens zum Theil, noch besondere Elemente führen, denen sie ihr verschiedenes Aussehen verdanken. Die einen derselben nämlich sind weiss, wie der Stamm an den meisten Orten, so die *N. splanchnici*, andere grauweiss, wie die *Nervi intestinales*, die Nerven des nicht schwangern Uterus (*Remak* Darmnervensystem S. 30), noch andere grau und zugleich minder derb anzufühlen, wie der *N. caroticus internus*, die *N. carotici externi s. molles*, die *NN. cardiaci*, die Gefässäste überhaupt, die die grossen Ganglien und *Plexus* der Unterleibshöhle verbindenden Zweige, die in die Drüsen eingehenden Aeste, die Beckengeflechte. Das besondere Verhalten der letzteren Nerven beruht theils auf dem Vorkommen zahlreicher feiner Fasern des *Sympathicus* selbst, grösstentheils jedoch auf der Anwesenheit der nach ihrem Entdecker sogenannten *Remak*'schen Fasern (gelatinöse Fasern, *Henle*), unter welchem Namen die verschiedenartigsten Dinge, Scheiden der Nervenfasern und Zellen, netzförmiges Bindegewebe und wirkliche blasse Nervenfasern vom embryonalen Typus gehen. Die meisten Autoren denken, wenn sie von *Remak*'schen Fasern reden, an das blasse Fasergewebe, das in den Milz- und Lebernerven vieler Thiere so leicht zu demonstriren ist. Hier finden sich platte blasse Fasern von 0,0015—0,0025‴ Breite, 0,0006‴ Dicke, mit undeutlich streifiger, granulirter oder mehr homogener Substanz, die gegen verdünnte organische Säuren gerade wie Bindegewebe sich verhalten und von Stelle zu Stelle meist längliche oder spindelförmige 0,003—0,007″ lange, 0,002—0,003‴ breite Kerne besitzen. Diese Fasern

nun finden sich in fast allen grauen Theilen der Gangliennerven (ich vermisse dieselben in vielen Theilen der Beckengeflechte des Menschen, wo an ihrer Stelle ein kernloses reichliches Bindegewebe sich zeigt, doch sollen sie nach *Remak* in den Nerven des schwangeren Uterus reichlich sein [Darmnervens. S. 30]) in sehr grosser Menge, so dass sie die dunkelrandigen ächten Nervenröhren um das 3—10fache und noch mehr an Zahl übertreffen. Meist bilden sie die eigentliche Grundlage dieser Stränge (Fig. 174) und mitten durch sie ziehen dann, bald mehr isolirt, bald in grösseren oder kleineren Bündeln beisammen, die dunkelrandigen Röhren, seltener und nur in der Nähe und in den Ganglien selbst erscheinen sie als Hülle einzelner der feinsten Röhren. Eine zweite Form von sogenannten *Remak*'schen Fasern, die aus einer nicht leicht in Fasern zerfallenden, dem homogenen Bindegewebe ähnlichen Substanz mit eingestreuten Kernen besteht, findet sich besonders in der Nähe der Ganglien um die Nervenröhren und steht nachweisbar mit den Scheiden der Ganglienzellen im Zusammenhang. Eine dritte Form endlich, mit anastomosirenden Fasern und Kernen an den Theilungsstellen zeigt sich besonders im Grenzstrange, vielleicht auch an andern Orten. — Dass die beiden letztgenannten Formen zur Bindesubstanz gehören, halte ich für sicher. Was dagegen die erste anlangt, so ist es wahrscheinlich, dass manche zu derselben gehörende Fasern Nervenfasern sind, doch ist es im einzelnen Falle meist äusserst schwierig einen bestimmten Entscheid zu geben. Ausser durch diese Fasern ist die peripherische Ausbreitung des *Sympathicus* noch und vor Allem durch eine grosse Zahl von Ganglien ausgezeichnet. Dieselben sitzen grösser oder kleiner, selbst mikroskopisch, an den Stämmen oder Endigungen und zwar die mikroskopischen, so viel man bisher weiss, an den *Nervi carotici*, im *Plexus pharyngeus*, im Herzen, an der Lungenwurzel und in den Lungen hie und da, an der hinteren Wand der Harnblase, in der Muskelsubstanz des *Collum uteri* des Schweines, an den *Plexus cavernosi*, in der Darmwand (*Remak*, *Meissner*), den Lymphdrüsen (*Schaffner*), und sollen in Bezug auf ihre Ausbreitung bei den Eingeweiden besprochen werden. Hier will ich im Allgemeinen von ihnen bemerken, dass sie in Bezug auf die Grösse und Gestalt der Ganglienzellen und auf den Ursprung feiner Fasern ganz wie die Grenzstrangganglien sich verhalten. In Bezug auf den letzten Punkt mag namentlich hervorgehoben werden, dass an Einem Orte das Entspringen von Nervenfasern von unipolaren Zellen und die Seltenheit der doppelten Faserursprünge besonders schön zu beobachten ist, nämlich in der Scheidewand des Froschherzens (Fig. 175), wo auch *R. Wagner* ihr Vorkommen zugibt. Mithin sind auch diese Ganglien Quellen von Nervenfasern und die austretenden Aeste immer reicher an solchen als die Wurzeln, vorausgesetzt, dass die Fasern nur nach einer Richtung austreten, was wohl an den meisten Orten der Fall sein möchte. — Auch davon überzeugt man sich hier

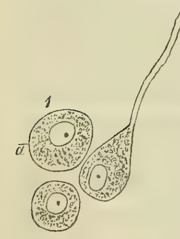


Fig. 175.

Fig. 175. Ganglienkugeln aus den Herzganglien des Frosches, 350mal vergr., eine mit einer entspringenden Nervenröhre.

aufs leichteste, dass viele Zellen apolar ohne Ursprünge sind (Fig. 175), am besten wiederum an den Herzganglien und an kleinen Ganglien an der Wand der Harnblase von Bombinator, bei denen, wie auch bei ähnlichen Ganglien des Frosches die Verhältnisse möglichst klar vor Augen liegen.

Wie die aus diesen verschiedenen Localitäten, den *Rami communicantes*, den Grenzstrangknoten und den peripherischen Ganglien, entspringenden Nervenröhren in ihrer Ausbreitung sich verhalten, ist annoch sehr zweifelhaft. Manche peripherische Aeste anastomosiren mit anderen Nerven und entziehen sich so jeglicher weiteren Nachforschung, so die *Nervi carotici externi* und *internus*, von denen ich den letztern, der fast nur feine und viele *Remak*'sche Fasern führt, nicht im gewöhnlichen Sinne als Wurzel, sondern als einen aus dem *G. cervicale supremum* und vielleicht den andern Halsganglien entstandenen Ast ansehe; ferner die Theile der *R. comm.*, die peripherisch an die Spinalnerven sich anschliessen, die *Rami cardiaci*, *pulmonales* etc. Andere Aeste werden in den Parenchymen der Organe so fein, dass man ihnen unmöglich weit nachgehen kann. Was bis jetzt über den endlichen Verlauf constatirt ist, ist folgendes: 1) Es kommen in den Stämmen und Endausbreitungen des *Sympathicus* Theilungen vor, so an den Nerven der Milz, der Pacinischen Körperchen im *Mesenterium*, an den Nerven, die die Gefässe im *Mesenterium* des Frosches begleiten, an denen seitlich am Uterus von Nagethieren, dann der Lunge, des Herzens und des Magens des Frosches und Kaninchens, der *Dura mater* an den *Arteriae meningeae*, in Aesten des *Sympathicus* des Störes, an den Herznerven der Amphibien, an den Nerven der Harnblase von Kaninchen und Mäusen, an denen des Peritoneum des Menschen und der Maus, und der Thränen- und Speicheldrüsen. 2) Es finden sich freie Endigungen der Nerven, so in den genannten Pacinischen Körperchen, im Herzen und an den Mesenterialgefässen des Frosches. 3) Es verschmälern sich auch die dickeren Röhren des *Sympathicus* schliesslich so, dass sie zu feinen werden, wie an den *Rami intestinales*, *lienales* und *hepatici* leicht zu sehen ist, die zwar noch im Innern der genannten Organe einzelne stärkere Nervenröhren enthalten, schliesslich jedoch dieselben verlieren. — Die eigentlichen Endigungen in den Organen selbst, in Herz, Lunge, Magen, Darm, Niere, Milz, Leber, Uterus u. s. w. sind dagegen noch gar nicht erkannt, doch lässt sich aus der Unmöglichkeit in den letzten Ausbreitungsbezirken dieser Nerven dunkelrandige Röhren zu finden, vermuthen, dass dieselben fast überall in marklose, embryonale Fasern ausgehen. In der That will *Schaffner* im Herzen von *Bombinator* das Auslaufen der dunklen Röhren in feinste, blasse, anastomosirende Fäserchen gesehen haben, ebenso neulich *Billroth* in der Schleimhaut der *Tractus intestinalis*, während *Pappenheim* (l. c.) an den Nierennerven Schlingen beschreibt.

Was die Bedeutung der sogenannten *Remak*'schen Fasern anlangt, so stimmen zwar immer noch manche Forscher der zuerst von *Valentin* (Repert. 1838. S. 72. *Müll. Arch.* 1839. S. 107) vertheidigten Ansicht bei, dass dieselben keine Nervenröhren seien sondern zum Bindegewebe der Nerven zählen, doch gewinnt offenbar die Ansicht von

Remak, dass dieselben Nervenfasern seien, immer mehr Boden und droht selbst die gegentheilige Meinung ganz zu verdrängen, namentlich seit *Remak* in der neuesten Zeit unumwunden erklärt hat (l. i. c.), dass Alles, was er je unter dem Namen organischer, grauer, kernhaltiger Nervenfasern beschrieben habe, Nervenfasern seien. Da nun auch unsere ersten mikroskopischen Autoritäten auf diese Seite sich neigen, so halte ich es für nöthig, mit eben der Bestimmtheit, wie *Remak* die seinige, die Ansicht zu vertreten, dass ein guter Theil dieser Formation nur Bindegewebe ist. *Remak* schildert jetzt die fraglichen Fasern, die er nun »gangliöse« nennt, als Axencylinder mit zarten kernhaltigen Hüllen. Die ersten verästeln sich nicht selten und zeigen an den Verästelungswinkeln bipolare oder multipolare kernhaltige gelbliche Körner, kaum grösser als eine Lymphzelle, im chemischen Verhalten Ganglienzellen sehr ähnlich, die er »gangliöse Körner« nennt. Diese Körner finden sich im *Sympathicus* in grossen Mengen, theils in den Nerven selbst, theils an der Oberfläche der grossen Ganglienkugeln und zwar an den Abgangsstellen der feinen gangliösen Axenschläuche, die hier bis zu 50 und drüber von der Substanz der Ganglienkugel ausgehen, um Bündel gangliöser Fasern zu bilden. Aehnliche feine gangliöse Fasern entspringen von allen Punkten der Oberfläche der Ganglienkugeln der Spinalganglien, welche die Kugeln umhüllende dicke Kapsel bilden und an deren einem Pole zu Bündeln sich vereinigen um die ächten Fortsätze der Ganglienkugeln zu umgeben. — Mit diesen Worten zeichnet *Remak* jedem Mikroskopiker unverkennbar die äussern Scheiden der Ganglienkugeln und ihre Fortsetzung in die Nerven hinein und sind seine gangliösen Körner nichts anders als die Kerne dieser Scheiden und der von ihnen entspringenden Fasern; statt jedoch wie Andere die Scheiden einfach als unwesentliche Hüllen zu betrachten, lässt er sie von der Substanz der Ganglienkugeln ausgehen und stempelt sie so zu nervösen Elementen. Dies ist entschieden falsch. Es liegen die Ganglienkugeln mit ganz glatter Oberfläche umhüllt von ihren Zellmembranen innerhalb der kernhaltigen Scheide und wird es Niemand gelingen auch nur die geringste Verbindung zwischen beiden zu finden; da nun auch sonst nicht der leiseste Grund vorhanden, ihre Scheiden für nervös zu halten, so bleibt eben die alte Ansicht stehen, dass dieselben unwesentliche Umhüllungsgebilde sind. Was die *Remak*'schen Fasern in den Nerven selbst anlangt, so kann ich wenigstens für die anastomosirenden unter denselben mit »gangliösen Körnern« in den Anschwellungen, die ich zuerst bei *Remak* selbst sah, mit Entschiedenheit versichern, dass dieselben nichts als das von mir sogenannte netzförmige Bindegewebe und die Körner einfache Kerne sind. Schwieriger ist die Entscheidung bei den geraden kernhaltigen Fasern z. B. der Milznerven etc., welche mit grauen embryonalen Nervenfasern sehr übereinstimmen und bin ich jetzt, wie ich es schon früher (2. Aufl. p. 351) gerade für die Milznerven annahm, nicht abgeneigt, denen beizustimmen, die viele dieser Fasern für Nerven halten. Immerhin scheint es mir gerathen in dieser Sache nicht vorschnell einen Endscheid abzugeben, und im Allgemeinen keine solche Faser für eine Nervenfaser zu erklären, wenn nicht ihr Zusammenhang mit einer dunkelrandigen Röhre oder einer Ganglienzelle demonstrirt ist. Es gibt nämlich auf jeden Fall einige Thatsachen, die wenigstens vorläufig die Deutung aller dieser Elemente als Nervenröhren nicht hold sind, so vor allem der Umstand, dass die Milznerven bei den einen Säugern nur dunkelrandige Fasern enthalten, während sie bei andern, wo sie dann aber auch stärker sind, neben solchen auch viel kernhaltiges blasses Gewebe führen und dann auch die von *Valentin* angeführte Thatsache, dass im Allgemeinen die Stämme mehr kernhaltige Gewebe enthalten als die Endigungen. Auf der andern Seite zeigt die von mir und *Ecker* hervorgehobene Thatsache, dass die Enden der Leber- und Milznerven nur blasse Fasern führen, dass wenigstens hier die dunkelrandigen Fasern der Stämme schliesslich in blasse Elemente auslaufen, womit allerdings immer noch nicht gesagt ist, dass alle blassen Elemente dieser Nerven nervöser Natur sind. — Auch jeden Fall wolle man bei fernern Discussionen dieser Angelegenheit die 3 im §. von mir aufgestellten Formen der *Remak*'schen Fasern wohl auseinander halten um endlich eine Einigung der Ansichten zu erzielen.

In der neuesten Zeit (l. c.) hat *Remak* eine ganz neue Darstellung des Faserverlaufes im *Sympathicus* gegeben, die sich auf die von ihm schon im Jahre 1837 gemachte Entdeckung multipolarer Zellen in sympathischen Ganglien basirt. Nach *R.* führt der

obere Ast eines jeden *Ram. communicans,* den er *spinalis* nennt, dem *Sympathicus* Fasern der motorischen und sensiblen Wurzeln der Rückenmarksnerven zu, welche im nächsten sympathischen Ganglion oder in dem darauffolgenden mit den multipolaren Zellen derselben sich verbinden. Aus eben diesen Zellen entspringen dann gröbere und feinere dunkelrandige und auch marklose Fasern, welche dann theils durch den untern Ast des *R. communicans* oder den *R. c. sympathicus* an die Rückenmarksnerven zur peripherischen Verbreitung sich anschliessen, theils in die peripherische Ausbreitung des *Sympathicus* selbst übergehen, in welcher sie, je nach der Zahl der peripherischen Ganglien, noch ein oder mehrere Male mit multipolaren Zellen sich verbinden, die natürlich auch ihrerseits wieder peripherische Aeste abgeben. Der *Sympathicus* würde mithin entgegen der bisherigen Annahme keine spinalen Nervenfasern enthalten, die einfach in der Bahn desselben, jedoch ohne mit seinen Elementen sich zu verbinden, peripherisch verlaufen, und ebenso auch keine für sich verlaufenden eigenen Fasern enthalten, sondern erschiene als eine Summe vieler Rückenmarksnerven, deren Elemente vielfach sich theilen und an den Theilungsstellen Ganglienzellen führen. Durch diese Zellen und die vielen peripherisch von denselben abtretenden Röhren wäre die Selbständigkeit des *Sympathicus* gewahrt und die Faservermehrung erklärt und zugleich auch die Auffassung der physiologischen Vorgänge viel mundgerechter gemacht, als bei der bisherigen Darstellung. Schade nur, dass *Remak* die Beweise für seine in kurzen Zügen hingeworfene Hypothese beizubringen vergessen hat. Das einzige objectiv sichere an *R.'s* Darstellung scheint mir das zu sein, dass die sympathischen Ganglien multipolare Zellen enthalten, wovon ich selbst, zuerst an Präparaten von *Remak*, mich überzeugte. Nicht bewiesen hat dagegen *R.*, dass die unipolaren Zellen, die, wie er selbst zugesteht (p. 4), in den symp. Ganglien der Fische, Batrachier und am Kopfe der Säugethiere fast allein vorkommen, mit ihrem einfachen Fortsatze sich immer verästeln und noch weniger möchte ein Unbefangener seine Darstellung des Verlaufes der Fasern der *Rami communicantes* und der Ausläufer der multipolaren Zellen als durch Thatsachen belegt ansehen können. Ich halte diesen *Remak*'schen Behauptungen folgende Thatsachen gegenüber: 1) Wie ich zuerst gezeigt habe und auch jetzt bestimmt behaupte, gehen die so häufig vorkommenden einfachen Fortsätze sympathischer Nervenzellen die meisten, ohne sich zu theilen, in dunkelrandige Fasern über. 2) Die von den sympathischen Nervenzellen entspringenden Fasern sind ohne Ausnahme feine, nie mitteldicke oder dicke und kann daher keine Rede davon sein, die mitteldicken oder dicken Fasern in der peripherischen Ausbreitung des *Sympathicus* von den Zellen der Ganglien derselben abzuleiten. 3) Die Fasern des *Ramus communicans spinalis* verlaufen immer in compacten Bündeln durch den Grenzstrang und seine Ganglien peripherisch weiter und halte ich es für ausgemacht, dass die grosse Mehrzahl derselben mit den Nervenzellen der sympathischen Ganglien nichts zu thun hat. Diesen Thatsachen gegenüber kann *Remak's* Darstellung, die offenbar grösstentheils Hypothese ist — denn welcher nur etwas in diesen Sachen Bewanderte wird es für möglich halten, an Durchschnitten von Ganglien den Faserverlauf so genau zu verfolgen, wie *R.* meldet — keinen nachhaltigen Werth haben. Immerhin ist, wie ich glaube, die Wissenschaft demselben für den Nachweis der multipolaren Zellen sehr zu Dank verpflichtet und bin ich auch der Meinung, dass eine genauere Verfolgung derselben werthvolle Aufschlüsse über die Function des *Sympathicus* ergeben wird. Namentlich wird man jetzt weiter zu erforschen haben, ob die Fortsätze einer Zelle sensibel und motorisch sind, ob dieselben zur Anastomosenbildung zwischen weit entfernten Zellen dienen und ob vielleicht die spinalen Fasern des *Sympathicus* doch entweder durch Aeste oder in den peripherischen Ganglien mit solchen Zellen sich verbinden.

§. 128.

Entwickelung der Elemente des Nervensystems. Die Nervenzellen sind, wo sie auch vorkommen, nichts als Umwandlungen der sogenannten Embryonalzellen, welche die einen einfach sich vergrössern, die

andern auch in eine verschiedene Zahl von Fortsätzen auswachsen, und zum Theil wenigstens mit Nervenfasern sich in Verbindung setzen.

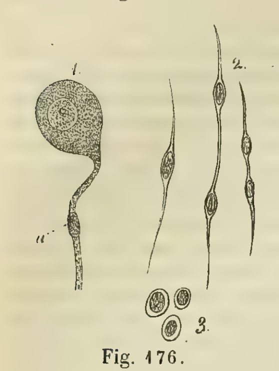


Fig. 176.

Manche Nervenzellen scheinen auch später durch Theilung sich zu vermehren, wenigstens weiss ich das häufige Vorkommen von zwei Kernen in den Nervenzellen junger Thiere, besonders in den Ganglien, und von verschiedenen Beobachtern gesehene, durch kurze Verbindungsfäden zusammenhängende Zellen nicht anders zu deuten.

Die peripherischen Nervenröhren entstehen alle an Ort und Stelle, entwickeln sich jedoch so weiter, dass immer die centralen Enden den peripherischen voran sind. Mit Ausnahme der Nervenenden entwickeln sich dieselben aus spindelförmigen kernhaltigen Zellen, welche nichts anderes als Modificationen der ursprünglichen Bildungszellen der Embryonen sind, und zu blassen, platten, langen, kernhaltigen Röhren oder Fasern von 0,001—0,003''' Breite sich verbinden. Anfangs nun bestehen die Nerven nur aus solchen Fasern und aus den Anlagen des Neurilems und sind grau oder mattweiss, wie marklose Nervenfasern, später, bei menschlichen Embryonen vom vierten oder fünften Monate an, werden sie immer weisslicher und entwickelt sich in ihren Fasern die eigentliche weisse oder Marksubstanz immer mehr. Von den drei in Betreff der Bildung derselben von *Schwann* aufgestellten Möglichkeiten kann nach dem jetzigen Stande der Dinge nur noch eine in Frage kommen, nämlich die, ob die Markscheide ein zwischen die Hülle und den Inhalt der embryonalen kernhaltigen Fasern abgelagertes Gebilde sei, in welchem Falle dann der Inhalt der letzteren zur Axenfaser würde. Ausserdem könnte die Markscheide aber auch, woran *Schwann* nicht gedacht hat, durch eine chemische Umwandlung des äusseren Theiles des Inhaltes der embryonalen Fasern entstehen und die Axenfaser nur der nicht fettig metamorphosirte Rest derselben sein. Welche von diesen beiden Anschauungsweisen die richtige ist, ist schwer zu bestimmen. Die directe Beobachtung ergibt nur so viel, dass der Inhalt der blassen embryonalen Röhren nach und nach immer dunklere Contouren erhält und schliesslich wie eine ächte dunkelrandige Faser erscheint, lehrt dagegen über die eigentliche Entstehung der weissen Substanz nichts. Da man jedoch nachweisen kann, dass die Fasern, indem sie so sich verändern, ihren Durchmesser nicht wechseln, so möchte die von mir aufgestellte Vermuthung doch als die richtigere erscheinen.

In neuester Zeit hat *Harting* an die Möglichkeit gedacht, dass die Axencylinder die eigentlichen Fortsätze der embryonalen Nervenzellen seien, welche dann die Nervenscheide als secundäre Hülle analog den äussern Zellmembranen und schliesslich auch das Mark absondern, eine Auffassung, die Manches

Fig. 176. 1. Ganglienkugel aus einem *Ganglion spinale* eines 16 Wochen alten menschlichen Embryo. *a*. Kern in dem blassen Fortsatz der Zelle. 2. Sich entwickelnde Nervenröhren aus dem Gehirn eines 2 Monate alten menschlichen Embryo. 3. Zellen aus der grauen Hirnsubstanz desselben Embryo.

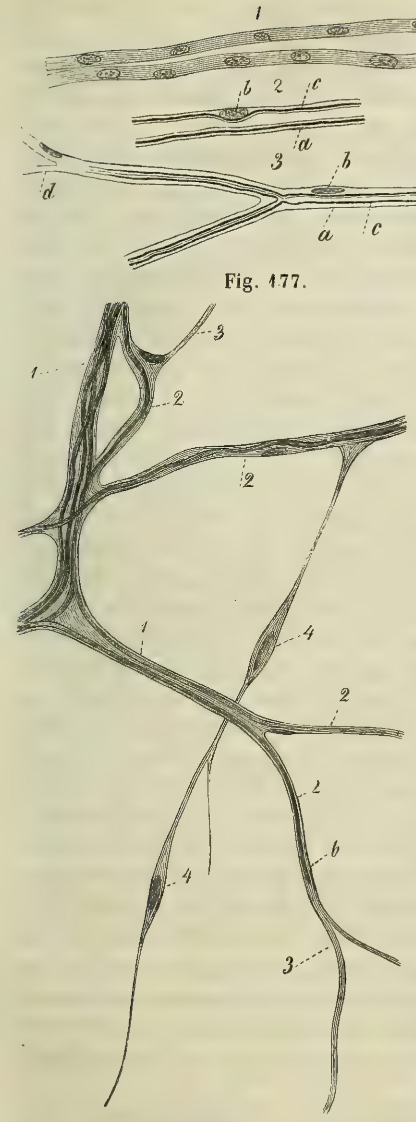


Fig. 177.

Fig. 178.

für sich hat und besonders auch durch das Vorkommen von scheinbar hüllenlosen Nervenzellen in den Centralorganen unterstützt wird. (Siehe oben §. 113. Anm.)

Die Entwickelung der **Nervenendigungen**, die in einiger Beziehung anders sich zu verhalten scheint, als die der Nervenstämme, kann, wie ich gezeigt habe (*Annal. d. sc. nat.* 1846, p. 102. Tab. 6. 7.) im Schwanze der Larven nackter Amphibien mit Leichtigkeit verfolgt werden (Fig. 167, 3. Fig. 168). Hier finden sich, wie schon *Schwann* meldet (p. 177), als erste Anlage der Nerven blasse, verästelte, 0,001 — 0,002''' messende Fasern, die stellenweise anastomosiren und Alle schliesslich in feinste Fäserchen von 0,0002— 0,0004''' frei ausgehen. Es hat nicht die geringsten Schwierigkeiten zu zeigen, dass diese Fasern durch Verschmelzung spindelförmiger oder sternförmiger Zellen entstehen, denn man sieht erstens solche Zellen theils noch für sich dicht an denselben anliegen, theils mehr oder weniger mit ihren Ausläufern verbunden, und findet zweitens an den etwas angeschwollenen Theilungstellen der Fasern deutliche Zellenkerne und, wenigstens bei jungen Larven, neben denselben die bekannten eckigen Dotterkörperchen, die anfänglich alle Zellen der Embryonen erfüllen. Anfänglich nun ist die Zahl der blassen embryonalen Ner-

Fig. 177. 1. Zwei Nervenfasern aus dem *Nervus ischiadicus* eines 16 Wochen alten Embryo. 2. Nervenröhre von einem neugeborenen Kaninchen; *a.* Hülle derselben, *b.* Kern, *c.* Markscheide. 3. Nervenfaser aus dem Schwanze einer Froschlarve, *a. b. c.* wie vorhin. Bei *d.* ist die Faser noch von embryonalem Character; die dunkelrandige Faser zeigt eine Theilung.

Fig. 178. Nerven aus dem Schwanze einer Froschlarve, 350mal vergr. 1. Embryonale Nervenfasern, in denen sich mehr als eine dunkelrandige Röhre entwickelt hat. 2. Solche, die nur Eine solche enthalten, die in der einen Faser bei *b* aufhört. 3. Embryonale blasse Fasern. 4. Untereinander und mit einer fertigen Nervenfaser verbundene spindelförmige Zellen.

ven sehr gering und beschränkt sich auf einige kurze, dicht neben der Muskulatur des Schwanzes gelegene Stämme, nach und nach aber entwickeln sich dieselben in der Richtung vom Centrum nach der Peripherie weiter in die durchsichtigen Theile der Schwänze hinein, dadurch, dass immer neue Zellen mit den vorhandenen Stämmen sich verbinden, während diese auch selbst fast wie die Capillaren derselben Larven durch zarte Ausläufer direct sich vereinen. — Sind diese feinen Verästelungen, über deren nervöse Bedeutung keine Zweifel obwalten können, wenn man sieht, dass die Larven, die sie führen, schon sehr lebhaft empfinden, einmal angelegt, so zeigen sie dann noch folgende weitere Veränderungen. Indem die Fasern allmählich zum zwei- bis vierfachen ihres ursprünglichen Durchmessers sich verdicken, entwickeln sie nach und nach, und zwar von den Stämmen nach den Aesten zu, dunkelrandige feine Primitivfasern in sich, die auf keinen Fall neu hinzukommenden Markscheiden ihren Ursprung verdanken, sondern ganz bestimmt nur durch die Metamorphose eines Theiles des Inhaltes der blassen Fasern sich bilden. Auffallend sind jedoch hierbei folgende, bei höheren Thieren noch nicht gesehene Verhältnisse. 1) Wo eine blasse embryonale Faser gabelförmig sich spaltet, bildet sich hie und da, obschon nicht immer, auch eine Theilung der in ihr sich entwickelnden dunkelrandigen Röhre aus. 2) Die dunkelrandigen Röhren erfüllen die blassen Fasern, in denen sie entstehen, fast nie ganz, sondern meist bleibt ein Zwischenraum, häufig von demselben Durchmesser, den sie selbst darbieten, zwischen ihnen und der Hülle der embryonalen Fasern übrig, in welchem dann hie und da die Kerne der ursprünglichen Bildungszellen zu sehen sind. 3) In den Stämmen und Hauptästen der embryonalen Fasern entwickeln sich ganz unzweifelhaft mehrere (2—4) dunkelrandige Röhren innerhalb einer und derselben embryonalen Faser, ein sehr merkwürdiges Verhalten, das beweist, dass es auch dunkelrandige Röhren ohne structurlose Scheide gibt (vgl. S. 284), und welches an die Muskelbündel erinnert, bei denen ebenfalls innerhalb einer Röhre eine Mehrzahl von feineren Elementen entstehen. — Da die Schwänze der Froschlarven später abfallen, so kann man leider ihre interessanten Nerven nicht bis zu einer solchen Vollendung verfolgen, wie die anderer Orte. Doch sieht man bei den ältesten Larven, dass dieselben etwas dicker sind, als anfänglich, und an der Peripherie theils mit Schlingen, theils mit freien Enden ausgehen, so jedoch, dass die anfänglichen blassen Fasern immer noch da sind und von den dunkelrandigen ausgehend eine feine letzte Nervenausbreitung mit Anastomosen und freien Enden bilden.

Ich hätte nicht so lange bei den Nerven der Froschlarven verweilt, wenn nicht ähnliche Verhältnisse höchst wahrscheinlich noch bei vielen andern Nervenendigungen sich fänden. Sicher ist dies für diejenigen der electrischen Organe der Rochen, die selbst entwickelt in Vielem mit denen älterer Froschlarven übereinstimmen und, wie *Ecker* neulich gezeigt hat (Zeitschrift für wiss. Zoologie 1849. S. 38), gerade ebenso sich entwickeln. Auch die Nerven in der Haut der Maus und des Darmes (ich, *Billroth*) gehören offenbar hierher und so möchte die Zukunft lehren, dass überall, wo peripherisch Ner-

ventheilungen sich finden, die Entwickelung im Wesentlichen ebenso vor sich geht, wie ich es hier beschrieben.

Ueber die Entwickelung der Nervenfasern in den Centralorganen besitzen wir nur wenige Untersuchungen. Von denen der Ganglien kann ich nur so viel sagen, dass sie sich später entwickeln als die der Nerven und wahrscheinlich aus kleineren, spindelförmigen Zellen hervorgehen, die man neben den Ganglienkugeln sieht. Einmal sah ich auch in einem Spinalganglion eines 4monatl. menschlichen Embryo eine solche Zelle mit dem Ausläufer einer Ganglienkugel in Verbindung (Fig. 176). Die Bildung der Fasern im Mark und Hirn ist äusserst schwierig zu erforschen und kommt man mit Chromsäure noch am weitesten. Bei menschlichen Embryonen finde ich schon am Ende des zweiten Monats die Bildung der fraglichen Röhren eingeleitet, indem die weisse Substanz deutlich feinstreifig ist und stellenweise nachweisbar spindelförmige sehr zarte Zellen, zum Theil isolirt für sich, zum Theil zu zweien, dreien und auch mehreren verbunden enthält (Fig. 176). Alle diese Zellen sind anfangs blass, umschliessen den 0,002—0,003‴ grossen Kern ganz dicht und haben Ausläufer nahezu so fein, wie Bindegewebsfibrillen. Im vierten Monate, wo die Differenz der zweierlei Substanzen ganz deutlich ist, erkennt man in den nun breiteren Fasern zum Theil immer noch Kerne, zum Theil sind dieselben verschwunden, ohne dass die Fasern dunkle Contouren darböten, welche erst nach der Mitte des Fötallebens (bei Rindsembryonen bei solchen von mehr als 12″ Länge, *Valentin*) und zwar im Mark zuerst sich entwickeln.

Mit Bezug auf die späteren Veränderungen der Nervenröhren ist schon bemerkt worden, dass dieselben zum Theil sehr beträchtlich an Dicke zunehmen. Nach *Harting* (l. c. p. 75) messen die noch nicht dunkelcontourirten Nervenfasern des *Medianus* eines viermonatlichen menschlichen Fötus im Mittel $3,4^{\text{mmm}}$, bei einem Neugeborenen $10,4^{\text{mmm}}$, bei Erwachsenen $16,6^{\text{mmm}}$. Die Dickenzunahme der Nerven selbst scheint nach *Harting* vom vierten Monate an einzig und allein auf Rechnung der Vergrösserung der schon vorhandenen Elemente zu kommen, da schon der Fötus und Neugeborene dieselbe Zahl von Primitivfasern besitzen, wie der Erwachsene.

Bidder und *Kupfer* haben vor Kurzem (l. i. c.) über die Entwickelung des Rückenmarks interessante Mittheilungen gemacht, die geprüft und weiter geführt zu werden verdienen. Bemerkenswerth ist besonders die von ihnen behauptete gänzliche Abwesenheit von Zellen in der eben sich entwickelnden weissen Substanz, welche gleich Fäserchen zeigt, von denen *Bidder* es für möglich hält, dass sie vielleicht aus den Nervenzellen hervorwachsen. Wenn man jedoch liest (p. 117), dass an diesen Fasern später Kerne vorkommen, so wird man für die Auffassung der genannten Autoren nicht gerade sehr günstig gestimmt, um so mehr, wenn man weiter hört, dass die ursprünglichen Fäserchen nur die Axencylinder seien, und dass dann später in einem zwischen dieselben abgelagertem Blasteme aus neu gebildeten Zellen die Nervenscheide, das Mark um diese Fäserchen sich bilde. Hier ist offenbar eine Lücke in den Beobachtungen, die dadurch nicht kleiner wird, dass die genannten Autoren in absprechender Weise über meine Erklärung der Bildung der peripherischen Nervenröhren, die sie nicht untersucht haben, den Stab brechen. — Ich halte es übrigens nicht für unmöglich, dass bedeutende Strecken von Nervenröhren durch einfaches Auswachsen von Ganglienzellen sich bilden und würde ich nach den von *Remak* und mir gemachten Erfahrungen

über die Entwickelung der gestreiften Muskelfasern nicht im geringsten erstaunen, wenn es sich ergeben sollte, dass eine Nervenfaser von dem Spinalganglion oder dem Rückenmark aus bis in die Peripherie als Ausläufer einer einzigen Zelle der betreffenden Centralpunkte sich bildet, eine Möglichkeit, die bei Betrachtung der *Remak*'schen Abbildung der Nerven des Flügels vom jungen Hühnerembryo (Entw. Tab. IV. Fig. 43) nur an Wahrscheinlichkeit gewinnt. — Dies zugegeben, muss ich aber auf der andern Seite es für ebenso sicher erklären, dass die Nervenenden durch beständigen Ansatz neuer Zellen sich weiter fortbilden, wie Niemand bezweifeln wird, der einmal die Schwänze von Batrachierlarven untersucht hat.

Noch mag erwähnt werden, dass von den Nervenelementen äusserst wenige pathologische Veränderungen bekannt sind. In den Nervenzellen des Gehirnes werden besonders im Alter die Pigmentablagerungen excessiv und treten auch Fettablagerungen auf (*Virchow*, Archiv I, 1). Eine Regeneration von Ganglienkugeln glaubt *Valentin* beim *Ganglion cerviale supr.* des Kaninchens, *Walter* (*De regen. gangl. Bonn.* 1853) beim Vagusknoten des Kaninchens und *Waller* beim *G. cervicale inferius* des Hundes gesehen zu haben, während *Schrader* etwas der Art nicht finden konnte. Nervenröhren werden leicht zerstört, so durch Blutergüsse, Geschwülste, bei Erweichungen, durch Fibroide u. s. w., in welchen Fällen das Mark in grössere oder kleinere, sehr verschieden gestaltete, geronnene oder flüssige Massen zerfällt, die Axenfasern dagegen zu verschwinden scheinen. In atrophischen Nerven findet man die Nervenröhren dünner, leicht zerfallend, statt des Markes zum Theil mit kleinen Fettmolekülen oft ganz erfüllt, wie es *Virchow* einmal an einem menschlichen *Opticus*, ich an Froschnerven sah, wobei jedoch zu bemerken ist, dass nach *Virchow* diese Degeneration an den Röhren der Centraltheile noch nicht zu beobachten war (Arch, X, 407). — *F. Marfels* (Corresp. Bl. d. deutsch. Ges. f. Psychiatrie 1857. Febr.) will in solchen Fällen in den Nervenröhren beim Menschen und bei Thieren das Auftreten von kleinen Zellen beobachtet haben, eine Angabe, die von einer unrichtigen Deutung der Kerne herzurühren scheint. — Durchschnittene Nerven heilen leicht zusammen, ja es ersetzen sich selbst ausgeschnittene Stücke peripherischer Nerven von 8—12''' Länge durch wahres Nervengewebe (*Bidder* l. c. p. 65, *Valentin*, *De funct. nerv.* p. 159, und Phys. 2. Aufl. I. 2, 716). Bis vor kurzem nahm man an, dass in diesen Fällen die Nervenfasern einfach wieder zusammenwachsen oder durch neugebildete Fasern zwischen den beiden Schnittenden sich vereinigen, nun behauptet aber neulich *Waller*, dass die Nervenfasern in dem unterhalb der Schnittfläche gelegenen Stücke immer zu Grunde gehen und die Regeneration durch Fasern sich mache, die zwischen den abgestorbenen Nervenfasern ganz neu sich erzeugen. Nach *Waller* degeneriren die alten Nervenfasern bis in ihre letzten Endigungen, indem zuerst ihr Mark gerinnt und dann in grössere und kleinere unregelmässige Massen zerfällt, welche zuletzt ganz schwinden. Wie die neuen Fasern, die sehr blass, durchsichtig und schmal seien, entstehen, gibt *Waller* nicht an. Im Gegensatze hierzu haben die Erfahrungen von *Schiff* (Arch. f. phys. Heilk. 1852), *Lent* (Zeitschr. f. w. Zool. VII), mir und *Küttner* bewiesen, dass *Waller's* sogenannte neue blasse Fasern nichts als die ihrer Markscheide beraubten alten Fasern sind, in denen *Schiff* sogar noch einen Axencylinder sieht, was *Lent*, *Küttner*, *Remak* und mir bis jetzt nicht möglich war, welche dann nach dem Verheilen der Schnittenden, wieder mit neuem Mark sich füllen. Die Vereinigung der Schnittenden anlangend, so will *Bruch* (Zeitschr. f. wiss. Zool. VII. und Arch. f. wiss. Heilkunde II. p. 400) in seltenen Fällen eine directe Verbindung derselben und gewissermassen eine Heilung *per primam intentionem* gesehen haben (*Schiff* erklärt dies für die Regel!), in der Regel bilden sich jedoch zwischen beiden Stümpfen neue Fasern, deren Entwickelung noch nicht hinreichend verfolgt ist. Tritt die Heilung eines durchschnittenen Nerven nicht ein, so verändert sich das peripherische Ende nach und nach zugleich mit dem Erlöschen der Nerventhätigkeit in bestimmter Weise. Die Nervenröhren im Ganzen werden gelblich, weich, leicht zerreissbar, das quergebänderte Ansehen und ihr Glanz geht verloren. Die Nervenröhren selbst haben keine Spur mehr von doppelten Contouren, ihr Mark ist ganz geronnen (*Stannius* in *Müll.* Arch. 1847, S. 452), am Ende zerfällt es und wird resor-

birt, so dass nur noch die leeren Scheiden mit den Kernen bleiben. Wie die Axenfasern sich verändern ist nicht genugsam verfolgt. — Einen merkwürdigen Einfluss der Ganglien auf die Ernährungsverhältnisse der Nerven, so dass z. B. die sensiblen Fasern der Rückenmarksnerven nicht degeneriren, auch wenn ihre Wurzeln durchschnitten sind, so lange sie noch mit dem Spinalganglion zusammenhängen, hat *Waller* entdeckt, der von *Schiff* und *Küttner* im Allgemeinen bestätigt worden ist, in welcher Beziehung die Arbeiten dieser Autoren nachzusehen sind. Nach *Brown-Séquard* heilen bei Kaninchen und Tauben selbst Schnittwunden des Rückenmarks zusammen, was auch für den Menschen kaum zu bezweifeln ist. — Hypertrophien der Nerven beruhen häufig nur auf einer Zunahme des Neurilems, doch kommen auch Wucherungen der Nervenröhren selbst vor, wie in den wahren Neuromen (*Virch.* Arch. XIII. p. 256), in denen bald Wucherungen dunkelrandiger, bald solche von embryonalen grauen Fasern sich finden. Vielleicht zählt auch die von *Lee* und *Cloetta* beobachtete Vergrösserung der Herznerven bei Hypertrophie dieses Organs hierher, insofern, als in diesem Falle das nämliche statt zu haben scheint, wie beim Uterus während der Schwangerschaft. Auch graue Hirnsubstanz kann eine Hyperplasie zeigen, wie es von *Virchow* an den Wänden der Hirnhöhlen beobachtet worden ist. Eine Neubildung von feinen Nerven sah *Virchow* in pleuritischen und peritonealen Adhäsionen. Höchst merkwürdig sind die Fälle von accidenteller, z. Th. massenhafter Bildung von Nervensubstanz und zwar eines Gewebes, das man füglich Hirnmasse nennen kann, wie sie zuerst *Rokitansky* und dann *Gray (Med. chir. Trans.* 36) aus dem Eierstock beschrieben haben. Ich habe selbst Gelegenheit gehabt hier bei *Virchow* einen Fall der Art zu sehen und konnte über das Vorkommen von ächter grauer und weisser Substanz kein Zweifel sein (S. *Virchow* in Berl. Geburtsh. Verh. X. S. 70). Von *Verneuil* ist eine ähnliche Heteroplasie im Hoden beobachtet.

§. 130.

Die Verrichtungen des Nervensystems anlangend, so mögen hier folgende, an die anatomischen Thatsachen unmittelbar sich anknüpfende Bemerkungen hinreichen. Was die beiden Elementartheile des Nervensystemes betrifft, so lehrt die anatomische Untersuchung, dass alle Abschnitte des Nervensystemes, welche den höheren Functionen desselben vorstehen, auch graue Substanz in grösserer oder geringerer Menge enthalten, so der *Sympathicus*, die Ganglien der Spinal- und Hirnnerven, dann das Mark und Gehirn, während die nur als Leitungsapparate wirkenden Nerven nur Nervenröhren führen. Diese Bedeutung der grauen Substanz angenommen, so frägt sich weiter, zeigt dieselbe wie in ihren Funktionen so auch in ihrem Bau Verschiedenheiten. Ich mache in dieser Beziehung auf Folgendes aufmerksam. Die grössten Ganglienkugeln finden sich an Orten, von denen motorische Effecte ausgehen, so in den vorderen Hörnern des Markes zwischen den Fasern der vorderen Wurzeln, in dem verlängerten Marke an den Ursprüngen der motorischen Hirnnerven, in der Rinde des kleinen Gehirnes, im *Pons Varoli*, in den Hirnstielen, wogegen die kleinsten Zellen in den sensiblen Regionen, wie in den hinteren Hörnern des Markes, den *Corpora restiformia*, den Vierhügeln ihre Stelle haben. Eine constante Beziehung zwischen der Grösse der Zellen und den sensiblen und motorischen Functionen scheint jedoch nicht da zu sein, denn in den Ganglien der Cerebrospinalnerven und des *Sympathicus* und im Sehhügel entspringen beiderlei Fasern hier von kleineren, dort von grösseren Zellen. Es scheint demnach wie bei den Nervenröhren grosse und kleine motorische Zellen und ebenso sensible Zellen von verschiedenen Dimensionen zu

geben, was auch die vergleichende Anatomie bestätigt, indem die bipolaren grossen Zellen bei Fischen offenbar sensible sind. Ein wesentlicher Unterschied zwischen sensiblen und motorischen Zellen, mögen dieselben nun von gleicher oder verschiedener Grösse sein, ist nicht nachzuweisen, und namentlich sind die zwischen solchen Zellen vorkommenden Schwankungen nicht grösser als die zwischen den motorischen verschiedener Localitäten. Ja selbst die Zellen der Hirnrinde, in welche die Physiologie die Seelenthätigkeit verlegt, zeigen keine mit unsern Hülfsmitteln wahrnehmbaren Eigenthümlichkeiten. — Die Nervenzellen können auch noch eingetheilt werden in solche, welche direct mit Nervenröhren verbunden sind und in andere, die für sich bestehen. Die ersteren werden natürlich vorzugsweise als sensible und motorische anzusehen sein, über die letzteren gibt die Anatomie keine Aufschlüsse; was die mit Ausläufern versehenen, namentlich die vielstrahligen Zellen, anlangt, so möchte sicher sein, dass sie, die grösseren wie die kleineren, durch ihre wie Nervenröhren wirkenden Fortsätze, mögen dieselben anastomosiren oder nicht, verschiedene Regionen der Centralorgane untereinander in Verbindung setzen und bei den Reflexionserscheinungen, den Sympathien und anderweitigen Associationen der Thätigkeiten sich betheiligen. Solche Zellen enthält das Mark und das Gehirn an allen Orten in überwiegender Menge, die Ganglien, mit Ausnahme der sympathischen, nicht, womit jedoch nicht gesagt ist, dass in diesen keine Reflexe erfolgen können.

Die Nervenröhren anlangend, so ist die Anatomie nicht im Stande, Unterschiede derselben in sensiblen und motorischen Nerven aufzudecken, doch kann dies auf jeden Fall der Physiologie noch keinen Grund an die Hand geben, gleiche Functionen derselben anzunehmen. — In Betreff der verschiedenen Dicken der Nervenfasern, so sind die mehrfachen Aenderungen im Durchmesser, welche alle Röhren der Cerebrospinalnerven während ihres Verlaufes erleiden, am geeignetesten zu zeigen, dass diese Verhältnisse mit der Function der Fasern im Allgemeinen nichts zu thun haben. Nichts destoweniger schlage ich die Durchmesserverhältnisse nicht ganz gering an und kann es ebenso wie bei den Zellen wohl kaum in Frage kommen, dass die stärkeren Elemente, wenn auch nicht mit Bezug auf das Quale, doch in quantitativer Beziehung mehr leisten. Die einzelnen Theile der Nervenfasern anlangend, so wird wohl Niemand mit *Brown-Séquard* die Scheide als das Wesentlich leitende ansehen wollen. Dass auch die Markscheide nicht wesentlich und wahrscheinlich nur eine schützende weiche Hülle ist, lehren theils vergleichend-anatomische Thatsachen (das Fehlen derselben bei vielen Wirbellosen, bei Petromyzon), theils die Versuche von *Brown-Séquard* und mir (Nachweis, dass Nervenröhren mit geronnenem Mark noch leiten) und so wird wohl die von mir aufgestellte Ansicht, dass der Axencylinder der einzig leitende Theil sei, auf Berechtigung Anspruch machen können. Da der Axencylinder dem Muskelfaserstoff nahe steht, so haben wir auch hier, so wie bei den Nervenzellen, einen Eiweisskörper als Träger der wichtigen Nervenfunction, über dessen Leistung sich jedoch vom anatomischen Standpunkte vorläufig nichts weiteres Bestimmtes aussagen lässt. Immerhin kann hier noch einmal daran erinnert werden, dass schon einige Thatsachen auf einen

complicirteren (fibrillären) Bau desselben hinweisen der in gewisser Beziehung an den der quergestreiften Muskelfasern erinnert.

In Betreff der bei Untersuchungen des Nervensystems anzuwendenden Methode ist in den vorhergehenden §§. schon Manches angeführt worden. Zur Erforschung des centralen Nervensystems dienen besonders 2 Methoden, einmal die Erhärtung in starkem Alkohol (*Stilling's* erste Methode, *Clarke*) und zweitens die in Chromsäure oder in doppelt chromsaurem Kali (*Eigenbrodt*, ich). Die erste gibt sehr schöne Präparate, wenn man wie *Clarke* die mit einem befeuchteten Rasirmesser entnommenen Segmente erst 1 oder 2 Stunden in einer Mischung von 1 Th. Essigsäure und 3 Th. Weingeist liegen lässt, dann wieder in Weingeist bringt und nach 1—2 St. in Terpentinöl legt, welches den Weingeist austreibt und das Object ganz durchsichtig macht, so dass es dann in Canadabalsam aufbewahrt werden kann. Der Nachtheil solcher Präparate liegt darin, dass die Nervenröhren alle ihres Markes beraubt und blass werden, so dass ihr Verlauf nicht immer leicht zu verfolgen und eine Unterscheidung von den Ausläufern der Zellen kaum möglich ist. Die zweite uerst von mir in einem ausgedehnten Maassstabe befolgte und jetzt ziemlich allgemein acceptirte Methode gibt ausgezeichnete Präparate, wenn man beim Erhärten vorsichtig ist. Ich ziehe jetzt doppelt chromsaures Kali der Chromsäure vor, die die Objecte leicht zu spröde macht und lege einen Hauptaccent auf das wiederholte Wechseln der Flüssigkeit. Man beginne mit 1—2% Lösungen und gehe allmählich zu 3—4%, bis die Präparate in allen Theilen gut erhärtet sind. Zum Durchsichtigmachen feiner Segmente ist ein Hauptmittel verdünntes Natron, welches namentlich die graue Substanz aufhellt und den Verlauf der dunkelrandig erscheinenden Nervenröhren verfolgen lässt, welchen Dienst auch verdünnte Schwefelsäure leistet (*Bidder* u. *Kupfer*). Will man die Präparate aufheben, so wasche man das Natron aus und lege sie in verdünntes Glycerino der in Chlorcalcium. — Eine besondere Methode hat *v. Lenhossek* angewendet, dieselbe jedoch mit einer bei einem Gelehrten höchst auffallenden Geheimnisskrämerei absichtlich verschwiegen, was die Folge haben wird, dass Alle, die seine Präparate nicht selbst gesehen haben, seinen Angaben nicht die Berücksichtigung schenken werden, die sie möglicherweise verdienen. — Gehirn und Mark studirt man am besten beim Menschen, die Elemente der Ganglien eben so, den Faserverlauf in denselben dagegen und die Nervenendigungen vor Allem bei kleinen Säugethieren und erst in zweiter Linie beim Menschen. Zum Aufsuchen der kleinen Ganglien im Herzen empfiehlt *Ludwig* die Behandlung mit Phosphorsäure und Jodwasserstoff-Jodlösung, letztere so verdünnt, dass sie einen Stich ins Braune hat. Für die Entwickelung eignen sich menschliche und Säugethier-Embryonen ganz gut, doch vergesse man die Batrachierlarven und bei gegebener Gelegenheit die electrischen Organe der Rochen-Embryonen nicht, bei denen die Verhältnisse weitaus am klarsten vorliegen.

Literatur der Nerven. Von den Elementen des Nervensystems vor Allem handeln ausser den im §. 25 angegebenen Schriften: *C. G. Ehrenberg*, Beobachtung einer bisher unerkannten Structur des Seelenorgans des Menschen. Berlin 1836; *G. Valentin*, in *Müll.* Arch. 1839, p. 139; 1840, p. 218; im Repertorium von *Valentin* 1838, p. 77; 1840, p. 78; 1841, p. 96, 1843, p. 96, und: Hirn- und Nervenlehre, Leipzig 1841; *J. E. Purkyně*, im Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher in Prag, im Jahr 1837. Prag 1838, p. 177 und in *Müll.* Arch. 1845, p. 281; *R. Remak*, in *Müll.* Arch. 1841, p. 506; 1844, p. 461; *J. F. Rosenthal*, *De formatione granulosa in nervis aliisque partibus organismi animalis. Vratisl.* 1839; *R. Wagner*, Neurol. Unters. Gött. 1854; *Remak*, Bau d. Nervenfas. u. Ganglienkugeln im Berichte von Wiesbaden, 1853, p. 182; Ueb. gangliöse Nervenfasern in Berl. Monatsber. 1852; Ueb. multipol. Ganglienzellen, Ebendas. 1854; Neurol. Beobachtung in Deutsche Klinik 1855; Nr. 27; *Ch. Robin*, *Sur le perinèvre* in *Arch. gén.* 1854. p. 323.; *Schiff*, Neurol. Notiz in Arch. d. Ver. f. g. Arb. I. Die Centralorgane vor Allem besprechen: *Volkmann*, Art. Nervenphysiologie in *Wagn.* Handwörterb. II; *Stilling* und *Wallach*, Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks, Leipzig 1842; *Stilling*, Ueber die *Medulla oblongata*. Erlangen 1843. Untersuchungen über den Bau und Verrichtungen des Gehirns. I. Ueber den Bau der Va-

rolischen Brücke. Jena 1846; *Schilling, De medulla spin. Dorp.* 1852; *Owsjannikow, De medullae spin. imprimis in piscibus str. Dorp.* 1854. *Diss.; Kupfer, De med. spinal. text. in ranis. Dorp.* 1854. *Diss.; Metzler, De med. spinal. avium textura. Dorp.* 1855. *Diss.; Schröder v. d. Kolk, Anat. phys. onderzoek over het ruggemerg Amst.* 1854; *Bratsch* u. *Ranchner,* Zur Anat d. Rückenmarks. Erl. 1855; *v. Lenhossek,* Neue Unters. ü. d. f. Bau d. centr. Nervens. in Denkschr. d. W. Acad. X. 1855; *Jacubowitsch,* Mikr. Unt. ü. d. Nervenursprünge in *Mél. biolog. II.* 1856. p. 374 u. Mitth. ü. d. f. Bau v. Gehirn u. Mark. Breslau 1857; *Bidder* u. *Kupfer,* Unters. üb. d. Text. des Rückenmarkes. Leipz. 1857; *Gratiolet, Note sur la structure du syst. nerv.* in *Compt. rend.* 1855. p. 22; *Stilling,* Neue Unters. üb. d. Bau des Rückenmarks, I—III. Lief. 1857—1858; *Kölliker,* Bau d. Rückenm. nied. Wirb. in Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII; *Gerlach,* Mikr. Studien. Erl. 1858; Vom peripherischen Nervensystem mit Inbegriff des Sympathicus handeln: *R. Wagner,* Ueber den innern Bau der electrischen Organe im Zitterrochen. Göttingen 1847. Mit 1 Tafel. Sympathischer Nerv, Ganglienstructur und Nervenendigungen in *Wagner's* Handwb. d. Phys. Lief. XIII. p. 360. Sympathische Ganglien des Herzens. *Ibid.* p. 452; *H. Stannius,* Das peripherische Nervensystem der Fische. Rostock 1849. Ferner im Archiv für phys. Heilk. 1850 und in Götting. Nachrichten 1850, Nr. 5—16. 1851, Nr. 17; *J. N. Czermák,* Ueber die Hautnerven der Frösche in *Müll.* Arch. 1846, p. 352. Verästelung der Primitivfasern des *Nervus acusticus* in Zeitschr. f. wiss. Zool. II 1850, p. 105; *Luschka,* Ueber d. Wesen der Pacchionischen Drüsen in *Müll.* Arch. 1852, p. 103; *E. G. Waller, Nouvelle méthode anatom. p. l'investig. du syst. nerv. Bonn* 1852. 4. und in *Müll.* Arch. 1852. p. 393; *C. Axmann,* Beitr. z. mikr. Anat. u. Phys. d. Gangliennervens. Berl. 1853; *A. Kölliker,* Ueber den Bau der grauen Nervenfasern der Geruchsnerven in Würzb. Verh. IV, p 64; *E. H. Ekker, De cerebri et med. spin. syst. vas. capillari. Diss. Trajecti* 1853; *Luschka,* Die Adergeflechte des menschl. Hirns. Berlin 1855; *Drummond, Art. Sympathet. nerve* in *Cycl. of Anat. XLVII; Küttner, De origine nervi sympath. ran. Dorpat.* 1854. *Diss.; Oegg, J.,* Unters. ü. d. Anordn. d. Gef. d. kl. Hirns. Aschaff. 1857. *Diss.* — Ueberdies vergleiche man die allgemeinen Werke von *Schwann, Henle, Valentin, Todd-Bowman, Bruns* und mir, die auch Abbildungen enthalten, die Jahresberichte von *Henle* u. *Reichert,* die sehr schönen Abbildungen bei *Ecker, Icon. phys.* Tab. XIII. u. XIV und die bei den Nerven der einzelnen Organe citirten Schriften.

Von den Verdauungsorganen.

I. Vom Darmcanale.

§. 131.

Die Grundlage des Darmcanals wird gebildet von den sogenannten Darmhäuten. Die innerste derselben, die Schleimhaut, *Membrana mucosa,* entspricht in ihrem Bau der äusseren Haut und hat wie diese 1) einen aus Zellen gebildeten gefässlosen Ueberzug: das Oberhäutchen, *Epithelium,* 2) eine aus Bindegewebe und elastischem Gewebe zusammengesetzte, Gefässe, Nerven und verschiedene Formen von kleinen Drüschen haltende und oft mit besonderen Auswüchsen (Papillen, Zotten) versehene und von glatten Muskelfasern durchzogene Grundlage, Schleimhaut im engeren Sinne, und 3) eine nach aussen gelegene Lage von lockerem Bindegewebe, Unter-

schleimhautgewebe, *Tunica cellularis submucosa.* Die zweite Darmhaut, die Muskelhaut, *Tunica muscularis*, enthält am Anfang und Ende des Darmes in einer gewissen Ausdehnung quergestreifte Muskulatur, sonst überall glatte Muskelfasern, welche Elemente meist zwei distincte Lagen, eine äussere mit longitudinaler und eine innere mit transversaler Richtung der Fasern, seltener drei besondere Schichten bilden. Die dritte Hülle endlich, die seröse, *Tunica serosa*, findet sich nur an dem Theile des Darmes, der die Bauch- und Beckenhöhle einnimmt und ist ein zartes, durchscheinendes, nerven- und gefässarmes Häutchen mit einem Epithelium, welches das Darmrohr überzieht und mit den Wänden der Bauchhöhle und den Baucheingeweiden verbindet.

II. Von dem Munddarm.

A. Von der Schleimhaut der Mundhöhle.

§. 132.

Der Anfangstheil des Darmes hat so zu sagen nur Eine Hülle, die Schleimhaut, welche den die Mundhöhle begrenzenden Knochen und Muskeln mehr oder weniger fest anliegt und besonders durch ihre nicht unbeträchtliche Dicke und rothe, von der reichlichsten Gefässausbreitung herrührende Farbe, sowie durch das Vorkommen von zahlreichen Nerven und Papillen sich auszeichnet.

Die eigentliche Schleimhaut, obschon an den Lippen mit der Lederhaut continuirlich zusammenhängend und allmählich in sie übergehend, ist doch durchsichtiger und weicher als das *Corium,* nichts desto weniger aber bedeutend fest und noch dehnbarer. Dieselbe besteht, wie die dünnsten Stellen der Lederhaut, aus einer einzigen Schicht von 0,1—0,2‴ Dicke und besitzt an ihrer äussern Fläche eine grosse Zahl Papillen, ähnlich denen der äussern Haut, die in der Regel einfach, hie und da auch zweigetheilt (bei Hypertrophie auch mit noch mehr Ausläufern) und kegel- oder fadenförmig von Gestalt 0,10—0,18‴ Länge, 0,02—0,04‴ Breite besitzen (in den Extremen 0,024—0,28‴ Länge, 0,004—0,05‴ Breite) und ohne weitere Regelmässigkeit so dicht beisammenstehen, dass ihre Grundflächen sich fast berühren und selten weiter abstehen als ihre eigene Breite beträgt. — Ausser diesen Papillen besitzt die Schleimhaut an ihrer freien Fläche die Oeffnung des *Ductus nasopalatinus* und eine grosse Zahl von Drüsenöffnungen, von denen einige auf grösseren papillenartigen Erhebungen sitzen.

Das Unterschleimhautgewebe der Mundhöhle ist von verschiedener Art. Dünn und nachgiebig mit stärkeren Gefässen und wenig Fett zeigt sich dasselbe am Boden der Mundhöhle, an der vordern Fläche des Kehldeckels und vor Allem an den Bändchen der Lippen, der Zunge und des Kehldeckels, an welchen Theilen daher auch die *Mucosa* eine grosse Verschiebbarkeit besitzt. Kommen im submucösen Gewebe Drüsen vor, so ist dasselbe schon

fester, wie an den Lippen und Wangen, oder so zu sagen ganz unverschiebbar (Zungenwurzel, weicher Gaumen), und zugleich treten dann auch, wie namentlich an den letzteren Orten, grössere Fettmassen auf. Sehr fest, derb und meist weisslich ist das submucöse Gewebe an den Alveolarfortsätzen der Kiefer, wo es mit der eigentlichen Schleimhaut und dem Periost so zu sagen nur Eine Masse, das Zahnfleisch, darstellt, ferner am harten Gaumen, an dem die Schleimhaut durch eine unbewegliche, dicke fibröse Lage, die auch zum Theil Drüsen enthält, mit den Knochen verbunden ist, endlich auch an der Zunge, da wo die Papillen liegen. Hier verbindet sich die Schleimhaut aufs innigste mit der Muskulatur, indem die Ausläufer vieler Muskelfasern in sie hinein sich erstrecken und namentlich in einer weissen, sehr festen und dicken sehnigen Lage enden, die unmittelbar an die obern Längsmuskelfasern grenzt und auch schon als *Fascia linguae* bezeichnet worden ist *(Zaglas)*.

Den feineren Bau der Mundhöhlenschleimhaut anlangend, so wiegt im submucösen Gewebe das Bindegewebe bei weitem vor, während in der eigentlichen *Mucosa* überall sehr zahlreich elastische Elemente sich finden. An beiden Orten tritt das erstere vorzüglich in Form von 0,002—0,005''' breiten, nicht netzförmig zusammenhängenden Bündeln auf, die, obschon nach den verschiedensten Richtungen durcheinanderlaufend, doch eine Art undeutlicher Schichtung zeigen. Gegen das Epithel zu ist der Filz von Bindegewebsfibrillen am dichtesten und geht schliesslich in eine mehr structurlose Lage über, die ebenso wenig wie bei dem Corium für sich darzustellen ist. Auch im Innern der Papillen, mit Ausnahme derer der Zunge, ist ein faseriger Bau gewöhnlich sehr undeutlich und das Ganze mehr eine homogene, leicht granulirte, mit einzelnen Saftzellen versehene Bindesubstanz. — Das elastische Gewebe zeigt sich im Unterschleimhautgewebe meist nur in Gestalt von spärlichen interstitiellen und, obschon selten, auch umspinnenden feinen Fasern, hie und da jedoch mächtiger, wie im *Frenulum epiglottidis*, wo die Fasern auch stärker sind. Letzteres ist ohne Ausnahme der Fall in der *Mucosa*, die bis nahe an das Epithelium mitten in ihrem Bindegewebe überall sehr dichte, vielfach zusammenhängende Netze von elastischen Fäserchen oder, und dies ist die Regel, von mitteldicken elastischen Fasern von 0,001—0,0015''' enthält. Auch umspinnende elastische Fäserchen finden sich hier, obschon spärlich. Ausserdem enthält die Schleimhaut noch gewöhnliche Fettzellen, die bald in Träubchen, bald mehr isolirt, vorzüglich in der submucösen Schicht sich finden.

Die Gefässe der Schleimhaut sind äusserst zahlreich und verhalten sich wesentlich wie in der äusseren Haut. Kleinere Papillen enthalten nur eine einzige Capillargefässschlinge, während in grösseren, einfachen oder ästigen, ein Netz von Capillaren zu finden ist (Fig. 179), wie namentlich am Zahnfleisch, Gaumen, der Drüsenregion der Zungenwurzel, auch an den Lippen und der unteren Seite der Zunge. Die Nerven sind schwer zu erforschen. Ganz deutlich ist unter Beiziehung von kaustischen Alkalien überall ein weitmaschiges Netz der feineren und feinsten Aestchen in den äussern Schichten der *Mucosa*, in dem auch stellenweise, besonders schön an der vorderen Fläche der *Epiglottis*, Theilungen von Nervenfasern sich nachweisen lassen, dagegen

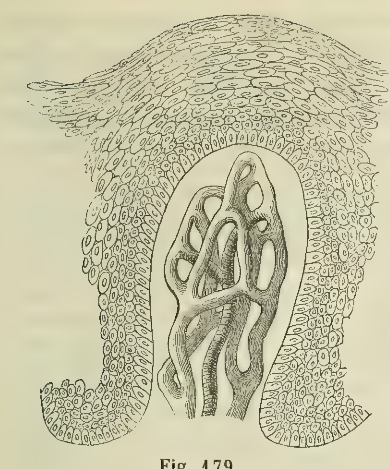


Fig. 179.

ist es oft unmöglich, in den Papillen auch nur eine Spur von Nerven zu sehen. In andern Fällen nimmt man auch in diesen, namentlich in grössern eine oder zwei oft geschlängelte Nervenfasern von 0,002''', später 0,0012''' wahr, ohne im Stande zu sein, deren schliessliches Verhalten auszumitteln. An den Lippen enthalten die Papillen, wenn auch nicht bei allen Individuen, ähnliche, nur kleinere Tastkörperchen, wie die Papillen der Hand. Ebenso fand ich hier auch *Gerber*'sche Nervenknäuel (siehe S. 107). Von den reichlichen Lymphgefässen der Mundhöhlenschleimhaut ist in Bezug auf den Ursprung und das Verhalten in der *Mucosa* selbst wenig bekannt, doch hat *Sappey* die Netze derselben im Zahnfleisch und am wahren Gaumen injicirt (Anat. I. 2. p. 687. *Atl. de Beau et Bonamy T. III. Pl.* 5. *fig.* 5).

In der Oberlippe der Ratte enden nach *Huxley* die Muskelfasern nach mehrfachen Theilungen im Zusammenhang mit sternförmigen Bindegewebszellen, was *Leydig* für die Schnauze des Schweines, wenigstens mit Bezug auf die Verzweigungen, bestätigt. Nach *Woodham Webb* gehen in den äusseren Theilen der Lippen des Menschen die Muskelfasern des *Orbicularis* bis in die *Cutis* und verlieren sich ungetheilt im Bindegewebe derselben um die Haarbälge und Talgdrüsen (*Quart. Journ. of micr. sc.* XVIII. 1857).

§. 133.

Das Epithelium der Mundhöhle (Fig. 179) ist ein sogenanntes geschichtetes Pflasterepithelium, das aus vielen schichtenweise übereinanderliegenden, rundlich polygonalen, zum Theil abgeplatteten Zellen besteht. Als Ganzes aufgefasst, ist dieses Epithelium ein im Mittel 0,1—0,2''' dickes, durchscheinendes, weissliches Häutchen von bedeutender Biegsamkeit, aber geringer Elasticität und Festigkeit, das namentlich leicht durch Maceration und Abbrühen der Schleimhaut, dann auch durch Essigsäure im Zusammenhang in grösseren Platten sich erhalten lässt. Die Elemente desselben sind durchweg kernhaltige Zellen, die in ihrer Anordnung und im Bau sehr an die der Epidermis erinnern, jedoch nicht wie bei dieser in zwei scharf getrennte grössere Schichten zerfallen, sondern eine einzige zusammenhängende, durch die Weichheit ihrer Elemente mehr mit der Schleimschicht übereinstimmende, jedoch auch die Hornschicht vertretende Lage ausmachen. Das Verhalten der Zellen von innen nach aussen ist folgendes: Unmittelbar auf der freien Fläche der *Mucosa* und auf den Papillen sitzen mehrere Lagen kleiner Bläschen von 0,004—0,005''' (Fig. 179), von denen die tiefsten fast ohne

Fig. 179. Eine einfache Papille mit mehrfachen Gefässen und Epithel vom Zahnfleisch eines Kindes, 250mal vergr. Die Gefässe nach *Rowman*.

Ausnahme länglich und grösser sind (von 0,006—0,009‴) und senkrecht auf der Schleimhaut stehen. Dann folgen viele Schichten rundlicheckiger abgeplatteter Zellen, die von innen nach aussen ganz allmählich an Grösse und Abplattung zunehmen und auch immer deutlicher polygonal sich gestalten Fig. 180. *b*). Zu äusserst endlich kommen, ganz allmählich aus den tieferen

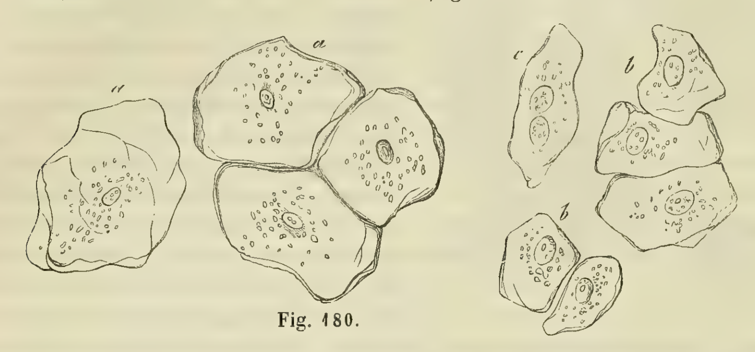


Fig. 180.

Zellen sich hervorbildend, noch einige Lagen von sogenannten Epithelialplättchen (Fig. 180. *a*), d. h. ganz grosse (von 0,02—0,036‴) rundlicheckige Gebilde, bei denen die Abplattung so weit gediehen ist, dass dieselben den Namen von Bläschen nicht mehr verdienen.

Alle diese Zellen besitzen eine durch Alkalien und Essigsäure leicht nachzuweisende dünne Zellenmembran, einen je nach dem Grade der Abplattung in grösserer oder geringerer Menge vorhandenen hellen Inhalt häufig mit einigen Fettkörnchen und ohne Ausnahme einen Zellenkern. In den kleinsten Zellen messen die Kerne von 0,002—0,003‴, sind länglichrund oder rund, meist ohne deutlichen *Nucleolus;* in den polygonalen Zellen befinden sich ohne Ausnahme sehr schöne, deutlich bläschenförmige, meist kugelrunde *Nuclei* von 0,004—0,006‴ Grösse, mit hellem Inhalt und 1 oder 2 *Nucleoli*, zu einem oder zu zweien, in den Plättchen endlich sind die Kerne in der Rückbildung begriffen, wieder kleiner, von 0,004—0,005‴ Länge, 0,002—0,0015‴ Breite, meist abgeplattet und mehr homogen, ohne deutliche Höhle und *Nucleolus* oder statt desselben mit mehren Körnchen versehen. Mit Bezug auf die chemischen Verhältnisse stimmt das Pflasterepithelium der Mundhöhle nach Allem, was wir wissen, in allem Wesentlichen mit der Schleimschicht der Oberhaut und mit den untersten Hornschichtlagen überein, namentlich auch darin, dass selbst die Plättchen in Alkalien leicht aufquellen, wesshalb auf §. 48 verwiesen wird.

In physiologischer Beziehung ist von dem Epithelium der Mundhöhle besonders hervorzuheben der beständige Wechsel, dem dasselbe unterliegt und dann seine Beziehung zur Resorption und Secretion. Ersteres anlangend, so ist das Epithelium der Mundhöhle einer so zu sagen beständig vor sich gehenden Desquamation unterworfen, die aber eben so wenig wie bei der Oberhaut als in besonderen Lebensverhältnissen der Schleimhaut oder der Epithelialzellen begründet erscheint, vielmehr die

Fig. 180. Epithelialzellen der Mundhöhle des Menschen, *a.* grosse, *b.* mittlere, *c.* dieselben mit zwei Kernen, 350mal vergr.

Folge der vielfachen mechanischen Einflüsse ist, denen die Oberfläche der *Mucosa oris* beim Kauen und Sprechen namentlich unterliegt. Durch diese Einwirkungen lösen sich einerseits die obersten Plättchen immerfort ab und findet andrerseits durch Bildung neuer Zellen in den tiefsten Lagen eine ununterbrochene Regeneration des Verlorenen statt, deren Auftreten und Zustandekommen ich hier gerade ebenso deute, wie ich es §. 49 bei der Epidermis und §. 67 bei den Haaren gethan.

Das Epithelium der Mundhöhle, obschon dick, ist doch leicht permeabel und unterscheidet sich in dieser Beziehung wesentlich von der Epidermis, die nur in ihrem *Stratum Malpighii* analoge Verhältnisse zeigt. Flüssige Stoffe der verschiedensten Art sind im Stande, dasselbe von aussen her zu durchdringen und, einmal mit der Schleimhaut in Berührung gekommen, entweder von den Gefässen derselben resorbirt oder von ihren Nerven wahrgenommen zu werden. Unter sonst gleichen Verhältnissen wird, je dünner die Epitheliumlage, namentlich die der Plättchen, die auf jeden Fall am mindesten leicht durchdrungen werden, und je zahlreicher und oberflächlicher die Gefässe und Nerven, um so lebhafter die Resorption und Empfindung sein, und es erklärt sich mithin leicht, warum an den Lippen, wo nervenhaltige Papillen fast bis an die Oberfläche der Epidermis gehen und sehr zahlreich sind, das Gefühl feiner ist, als am Zahnfleisch, dessen Papillen keine Nerven besitzen, warum an der Zungenspitze, deren Papillen mit einem zum Theil dünneren Ueberzug sogar hervorragen, noch feiner (vergl. auch wegen der Bedeutung der Tastkörperchen §. 41). Wie nach innen, so ist das Epithelium auch nach aussen permeabel und im Stande, aus den Blutgefässen der Schleimhaut ausgetretenes Plasma in die Mundhöhle zu leiten. So betheiligt sich dasselbe, ähnlich wie die Oberhaut an der Hautausdünstung, an der Bildung der schleimigen Flüssigkeit, die, ausser von den in die Mundhöhle einmündenden Drüsen, auch von der Fläche der Schleimhaut überhaupt geliefert wird.

B. Von der Zunge.

§. 134.

Die Zunge ist eine mit einem besonderen Knochen, dem Zungenbeine verbundene, von der Schleimhaut der Mundhöhle überzogene Muskelmasse, deren Elemente von 0,009—0,023‴ Breite von denen der äussern quergestreiften Muskeln sich nur dadurch unterscheiden, dass sie aufs mannigfachste sich verflechten, so dass im Innern der Zunge die bekannten Zungenmuskeln nicht als gesonderte Massen, sondern nur als secundäre Bündel und Muskelfasern sich nachweisen lassen.

Das Gerüste der Zunge bilden gewissermaassen die zwei *Genioglossi*, der *Musculus transversus linguae* und der Faserknorpel der Zunge. Der letztere, auch Zungenknorpel genannt (Fig. 172. *c*), ist eine derbe, weissgelbliche, mitten in der Zunge zwischen beiden *Genioglossi* senkrechtstehende faserige Platte, die in der ganzen Länge des Organs sich erstreckt, und ihren Namen nur uneigentlich verdient, indem sie aus gewöhnlichem Sehnen- oder Bandgewebe zusammengesetzt ist. Dieselbe beginnt niedrig am Zungenbeinkörper in Verbindung mit einer breiten Faserlamelle, *Membrana hyoglossa (Blandin)*, die vom Zungenbein zur Zungenwurzel geht und das Ende des *Genioglossus* bedeckt, erreicht sehr bald dieselbe Höhe wie der *Musculus transversus*, und nimmt am vordern Drittheil der Zunge allmählich ab bis zur Zungenspitze, wo sie ganz niedrig sich verliert. Nach oben reicht das *Septum linguae*, wie man diese 0,12‴ dicke Fasermasse nen-

nen könnte, bis auf 1½ oder 2''' Entfernung vom Zungenrücken, nach unten bis wo *Genioglossi* im Fleisch der Zunge sich verlieren, endet jedoch hier nicht mit einem scharfen Rande, sondern hängt unmittelbar mit dem *Perimysium* zwischen den beiden Kinnzungenmuskeln zusammen. Zu beiden Seiten dieser Scheidewand breiten sich die *Genioglossi* fächerförmig in der Zunge aus (Figg. 181. *g*. 182. *g*. 183. *f*.), so dass sie von der Spitze bis zur Wurzel die Mitte des Organes einnehmen und eine lange, mässig breite Fleischmasse bilden, die jedoch nichts weniger als compact ist. Die *Genioglossi* zerfallen nämlich,

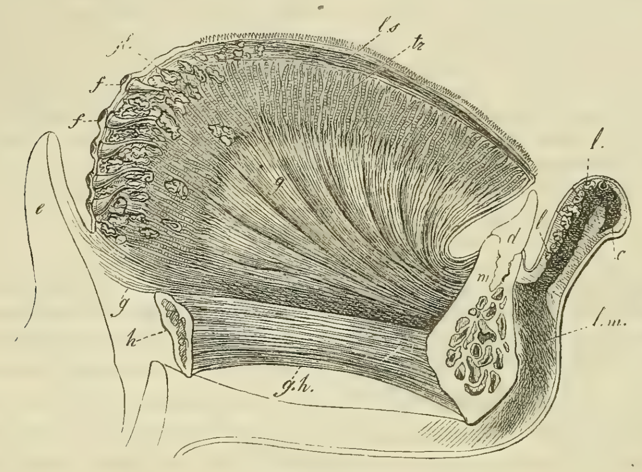


Fig. 181.

in der Zunge selbst angelangt, vom unteren Rande des Zungenseptum an, wo einzelne Bündel derselben (jedoch nicht so viele, wie B e a u und B o n a m y, Atl. III. Pl. 7. Fig. 5. Pl. 7 *bis*, Fig. 3 darstellen) sich kreuzen, jederzeit in eine grosse Zahl hintereinanderliegender L a m e l l e n, die, in kurzen Abständen von einander befindlich, jedoch durch die queren Muskelfasern der Zunge getrennt, in der Mehrzahl senkrecht, zum Theil nach vorn und nach hinten gekrümmt nach dem Zungenrücken zu verlaufen. So in einzelne, im Mittel 0,06—0,14''' dicke Blätter gesondert ziehen die Fasern des *Genioglossus* so weit als die Zungenscheidewand reicht und ändern dann ihr Verhalten und zwar im Allgemeinen so, dass sie nun von vorn nach hinten ziehende Lamellen bilden. Während nämlich früher die *Genioglossi* durch die einzelnen Lagen des *Transversus* in der Querrichtung in einzelne Lamellen zerfällt wurden, so geschieht jetzt dasselbe in der Längsrichtung durch die zwischen ihre Fasern sich einschiebenden Bündel des obern Längsmuskels der Zunge. Sehr deutlich sind diese senkrecht und der Länge nach verlaufenden Blätter in den zwei vorderen Drittheilen der Zunge, minder deutlich in der Gegend der *Papillae*

Fig. 181. Längsschnitt der Zunge des Menschen in natürlicher Grösse, die Contouren nach *Arnold Icon. org. sens. g. h. Geniohyoideus*, *h.* Zungenbein, *g. Genioglossus*, *g'. Glossoepiglotticus*, *tr. Transversus linguae*, *l. s. Longitudinalis superior*, *e. Epiglottis*, *m. Maxilla inferior*, *d.* Schneidezahn, *o. Orbicularis oris*, *l. m. Levator menti*, *i. Glandulae labiales*, *f. Folliculi linguales*, *gl. Glandulae linguales cum ductibus*.

circumvallatae, wo namentlich in der Mitte der Zunge der *Genioglossus* mehr mit isolirten Bündeln an die Schleimhaut tritt, an der Zungenwurzel endlich gar nicht mehr nachzuweisen. Der *Genioglossus* endigt an der oberen Fläche der Zunge so, dass seine Primitivbündel unmittelbar an der Schleimhaut gruppenweise in kleine sehnige Streifen von Bindegewebe sich fortsetzen, die dann zum Theil in der unteren, später zu beschreibenden, sehr festen Lage der *Mucosa* sich verlieren, zum Theil bis an die Basis der Papillen verlaufen. An der Zungenwurzel reicht der *Genioglossus* nicht bis an die Schleimhaut, die hier mit ihren Schleimbälgen leicht von den tiefer gelegenen traubenförmigen Drüsen sich abpräpariren lässt, sondern endet an und zwischen den letzteren ebenfalls durch Sehnenstreifen mit denselben oder einem derben fibrösen Gewebe zwischen ihnen sich verbindend, sendet jedoch ausserdem noch (Fig. 179. *g'*) ein kleines Bündel zur *Epiglottis (Levator epiglottidis Morgagni*, *Glossoepiglotticus Heister)*, auch wohl zu dem *Cornu minus* und *Corpus ossis hyoidei* und ein zweites etwas grösseres *(Glossopharyngeus)* an der *Constrictor pharyngis supremus*.

Der Quermuskel oder die Querfasern der Zunge *(Transversus linguae*, *sive Fibrae transversales)* (Fig. 181 *tr.* 182 *tr.* 183 *g.*) bestehen aus sehr zahlreichen, jeder Zungenhälfte für sich angehörenden Lamellen, die ganz regelmässig zwischen die querstehenden Blätter des *Genioglossus* sich einsenken und in allen Abschnitten der Zunge zu finden sind. Jede Lamelle ist ein 0,1—0,16''' dickes, in der Mitte der Zunge $^3/_4$'' hohes, im Allgemeinen senkrecht stehendes Blatt, dessen Muskelfasern vom *Septum linguae* bis zum Seitenrande der Zunge sich erstrecken.

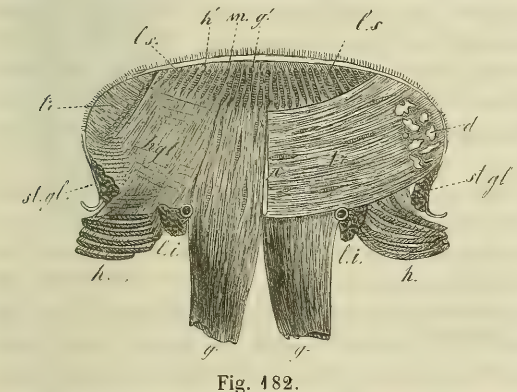


Fig. 182.

Dieselben beginnen in der ganzen Höhe des *Septum* so zu sagen direct von den Flächen desselben, jedoch unter Beihülfe einer geringen Menge eines querstehenden, von den longitudinalen Fasern des *Septum* sich unterscheidenden Sehnengewebes, und ziehen, zu kleinen platten Bündeln vereint, anfangs gerade nach aussen. Im weitern Verlaufe biegen sie nach oben und erreichen schliesslich die obersten kürzesten Fasern die Seitentheile des Zungenrückens, die untern längern den eigentlichen Seitenrand der Zunge, wo-

Fig. 182. Querschnitt der menschlichen Zunge etwas vor den *Papillae circumvallatae*, *g. Genioglossus*, *l. i. Longitudinalis inferior (Lingualis)* mit *Art. ranina*, *tr. Transversus*, links in seinem ganzen Verlaufe sichtbar, rechts nur am Rande und zwischen den auseinanderweichenden Bündeln des *Genioglossus*, *c. Septum linguae (Fibrocartilago)*, *h. Hyoglossus*, *hgl.* Ausbreitung desselben mit fast senkrecht aufsteigenden Fasern nach aussen vom *Genioglossus*, *g'*. Ende des *Genioglossus* an der Schleimhaut, *h'*. Ende des *Hyoglossus*, *l. s. Longitudinalis superior* mit platten Bündeln zwischen die senkrechten Fasern sich einschiebend, *d.* Drüsen des Zungenrandes, *st. gl. Styloglossus.*

selbst sie ebenfalls mit kurzen Bindegewebsstreifen an die Schleimhaut sich befestigen.

Die übrigen Zungenmuskeln bilden gewissermaassen die Hülle des Organes und schliessen sich in ihrem Verlaufe zum Theil den genannten an, zum Theil verfolgen dieselben besondere Richtungen.

Der *Hyoglossus (Baseo-* und *Ceratoglossus* der Autoren) (Fig. 183. *h.* und *hgl.*) verhält sich am Seitentheile der Zunge ungefähr so wie der *Genioglossus* in der Mitte. Die stärkeren Bündel desselben nämlich zerfallen, an der unteren Fläche des Zungenrandes angelangt, in eine grössere Zahl dünner querstehender Lamellen, die mit grösseren oder geringeren Krümmungen nach oben zwischen die einzelnen Blätter des Quermuskels sich einsenken und im weitern Verlauf gerade so wie die Lamellen des *Genioglossus*, an die sie von aussen angrenzen, sich verhalten, nur dass die Richtung ihrer Fasern während ihres Aufsteigens nach dem Zungenrücken mit einer leichten Krümmung schief nach innen geht. Am Rücken der Zunge liegt der *Hyoglossus* zwischen dem *Genioglossus* und dem oberen Rande des *Transversus,* bildet wie der erstere longitudinale Blätter mit senkrecht stehenden Fasern, zwischen denen die oberen Längsfasern liegen und endet dann ebenfalls an der Schleimhaut. Diese Ausbreitung des *Hyoglossus* ist am deutlichsten und stärksten in der Mitte der Zunge, wo die Hauptmasse des *Baseoglossus* liegt, nur nach hinten wird dieselbe undeutlicher, indem hier die Lamellen des *Ceratoglossus* sehr zart sind und auch mehr horizontal liegen; doch findet sich auch hier die Einschiebung zwischen die Blätter des Quermuskels und eine Endigung am Zungenrücken.

Der *Styloglossus* (Fig. 182. *st. gl.*) theilt sich in der Regel in zwei Bündel, die ganz verschieden sich verhalten; das hintere kleinere geht zwischen dem *Ceratoglossus* und *Baseoglossus* und zwischen den Fascikeln des letzteren gerade nach innen und dringt zwischen den Lamellen des *Lingualis* und *Genioglossus* mit einzelnen Bündelchen bis zum *Septum linguae*, woselbst dasselbe zugleich mit den etwas höher liegenden Fasern des Quermuskels sich befestigt. Die Hauptmasse des *Styloglossus* läuft am Rande der Zunge einwärts und abwärts, verbindet sich vor dem *Hyoglossus* mit dem *Lingualis inferior* und endet in der Schleimhaut der untern Fläche der Zungenspitze und in dieser selbst, indem zugleich die vordersten Bündel der beiden Muskeln bogenförmig sich vereinen.

Der *Lingualis* der Autoren, den ich *Lingualis* oder *Longitudinalis inferior* nennen will (Fig. 182. *l. i.*), ist ein zwischen *Genioglossus* und *Hyoglossus* an der untern Fläche der Zunge gelegenes ziemlich starkes Längsbündel, dessen Anfang und Ende nicht leicht zu ermitteln sind. Der hintere Theil des *Lingualis inferior* verliert sich auf den ersten Blick mit vielen übereinanderliegenden platten Bündeln zwischen den queren Fasern des *Genioglossus (Glossopharyngeus)*, des *Styloglossus* und *Transversus* an der Zungenwurzel; genauer verfolgt ergibt sich aber, dass dieselben wie die hintersten Theile des Kinnzungenmuskels in viele Blätter zerfallen, zwischen den Querfasern bis zum äussern Theile der Drüsenschicht der Zungenwurzel leicht gebogen aufsteigen und dann wie die nach innen von ihnen gelegenen Lamel-

len des *Genioglossus* an denselben enden. Vorn verbindet sich der *Lingualis inferior* mit dem stärkeren Fascikel des *Styloglossus* und endet mit demselben an der Zungenspitze, geht aber auch, vorn an den *Hyoglossus* sich anschliessend, mit vielen zarten Lamellen zwischen den Querfasern bis zum Zungenrücken, um mit einem Worte am Rande des vorderen Drittheiles der Zunge so sich zu verhalten, wie der *Hyoglossus* weiter rückwärts.

Endlich finden sich beim Menschen auch noch ein *Longitudinalis* oder *Lingualis superior* und einzelne perpendiculäre Fasern. Der *Longitudinalis superior* (Fig. 181. 182 *l. s.* 183 *e.*) stellt eine zwischen den obersten Fasern des *Transversus* und der Schleimhaut befindliche Längsfaserschicht vor, welche die ganze Breite und Länge der Zunge einnimmt und von dem von den meisten Anatomen verkannten *Chondroglossus* abstammt, der am kleinen Horn des Zungenbeins als ein mässig starkes, vom *Baseo*- und *Ceratoglossus* durch die *Arteria lingualis* und den *Glossopharyngeus* getrenntes Bündel entspringt. Dasselbe zieht unter der tieferen Drüsenschicht der Zungenwurzel und zum Theil mitten durch die Endigungen des *Genioglossus* und *Lingualis inferior* nach vorn, nimmt etwas vor den *Papillae circumvallatae* fast die ganze Hälfte der Zunge ein, und verläuft von hier an in Gestalt schmaler, hie und da unter spitzen Winkeln sich verbindender Längsblätter unmittelbar unter der Schleimhaut zwischen den Enden der *Genioglossi* und *Hyoglossi* nach vorn bis zur Zungenspitze, um hier in der Haut der obern Fläche sich zu verlieren. Da diese Längsfasern nach vorn zu dicker werden, so ist es wahrscheinlich, dass zu denselben noch selbständige obere Längsfasern sich gesellen, die von der Schleimhaut des Rückens der Zunge entspringen und an derselben enden. Perpendiculäre Fasern, die nicht von aussen abstammen, finde ich nur in der Zungenspitze und sind dieselben hier mit zarten Bündeln zwischen dem untern und obern Schleimhautüberzuge ausgebreitet. Der vorderste Theil des *Transversus* zieht mit seinen Blättern durch den innern Theil dieser Bündel, während die Enden derselben von dem *Longitudinalis superior* und *inferior* und *Styloglossus* ziemlich regelmässig durchsetzt werden, so dass auf Querschnitten eine Abwechselung von senkrechten und Längsfasern sich zeigt, ähnlich der, die in Fig. 182 vom Zungenrücken gezeichnet ist.

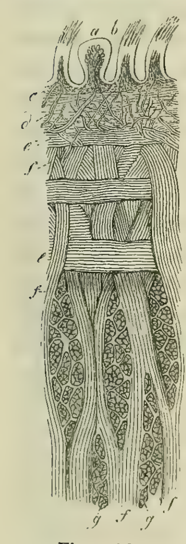


Fig. 183.

Noch sei erwähnt, dass der *Glossopalatinus* zum Theil in der Schleimhaut des Seitenrandes der Zunge zugleich mit dem *Ceratoglossus* sich verliert, zum Theil an das grössere Bündel des *Styloglossus* sich anzuschliessen scheint.

Werfen wir nach dieser Schilderung der einzelnen, sowohl äussern als innern Zungenmuskeln noch einen Blick auf den Gesammtbau des Organes,

Fig. 183. Stück eines Längsschnittes durch den Seitentheil der menschlichen Zunge. *a. Papilla fungiformis*, *b. Pap. filiformis*, *c.* Schleimhaut, *d.* Fibröse Lage unter ihr, *e. Longitudinalis superior*, *f. Genioglossus*, *g. Transversus* im Querschnitt.

so ergibt sich, dass das eigentliche Zungenfleisch im Wesentlichen nur drei Arten von Muskelfasern besitzt, die man als senkrechte, quere und längsverlaufende bezeichnen kann. Die senkrechten Fasern stammen von den *Genioglossi* in der Mitte, vom *Lingualis* und *Hyoglossus* seitlich, an der Spitze auch vom *Perpendicularis* und bilden von der Spitze bis zur Wurzel eine grosse Zahl querstehender Lamellen, nahezu von der Gesammtbreite der Zungenhälften, deren Fasern im Allgemeinen senkrecht von der untern Fläche bis zur obern ziehen. Die queren Fasern vom *Transversus* und zum Theil vom *Styloglossus* schieben sich als eben so viele, meist etwas dickere Lamellen zwischen die genannten hinein, beginnen am *Septum* und enden am Seitenrande und zum Theil an der Oberfläche, die Längsfasern endlich gehören dem *Lingualis superior (Chondroglossus)*, dem *Lingualis inferior* und *Styloglossus* an, bedecken die obere Fläche, den Rand und zum Theil die untere Fläche und liegen grösstentheils unmittelbar unter der Schleimhaut. Die einzelnen Muskellagen der Zunge sind ohne Ausnahme von einem dünnen *Perimysium*, zum Theil, wo stärkere Gefässe und Nerven verlaufen, von dickeren Bindegewebsmassen von einander getrennt und enthalten ausserdem noch an vielen Orten eine grössere oder geringere Zahl gewöhnlicher Fettzellen zwischen sich, die namentlich gern zwischen den *Genioglossi* am *Septum*, an der Zungenwurzel und unter der Schleimhaut in grösserer Zahl sich ansammeln.

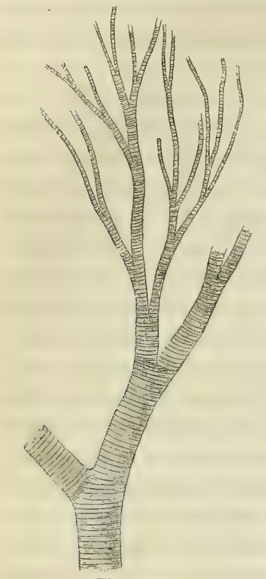


Fig. 184.

Ueber die innere Structur der muskulösen Theile der Zunge vergleiche man die neuere Arbeit von *Sachs*, mit der ich jedoch in manchen Beziehungen, besonders was *Chondroglossus* und *Longitudinalis inferior* betrifft, nicht einverstanden bin.

In der Zunge des Frosches finden sich sehr schöne Theilungen der quergestreiften Fasern (Fig. 184), wovon ich in der menschlichen Zunge nichts bestimmtes auffinden konnte. Doch kam es mir hie und da vor, als ob an den Fasern des *Genioglossus* kurz vor ihrem Uebergang in Sehnenstreifen einzelne Theilungen sich fänden. Die Muskeln der Froschzunge enden an der Schleimhaut und in den Papillen.

§. 135.

Die Schleimhaut der Zunge weicht am Zungenrücken, vom *Foramen coecum* an bis zur Spitze, von der übrigen Schleimhaut der Mundhöhle dadurch ab, dass sie mit dem Muskelfleische sehr fest verbunden ist und eine grosse Zahl von Hervorragungen, die bekannten Zungen- oder Ge-

Fig. 184. Ein ramificirtes Primitivbündel von 0,018''' aus der Zunge des Frosches, 350mal vergr.

schmackswärzchen besitzt. — Die 6—12 umwallten Wärzchen, *Papillae circumvallatae*, bestehen, wenn sie schön ausgebildet sind, aus einer centralen, im Umkreis runden und am Ende abgeplatteten Papille, von einem Durchmesser von $\frac{1}{2}$—1‴ und einer Höhe von $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$, selbst $\frac{3}{4}$‴, und einem niedrigeren regelmässigen, die Papille namentlich an der Basis eng umgebenden, $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{3}$‴ breiten Walle, zeigen jedoch Uebergänge zu den keulenförmigen Wärzchen, was namentlich von der hintersten im *Foramen coecum* oder *Morgagnii* befindlichen Papille gilt, ausserdem noch mannigfache Abweichungen mit Bezug auf Zahl, Grösse und Lagerung. Die vor den *Circumvallatae* stehenden Geschmackswärzchen sind mehr oder weniger deutlich in Reihen angeordnet, die im Allgemeinen denen der umwallten Warzen parallel verlaufen, und am Rande der Zunge in blattartige, zum Theil gar nicht mehr gezackte Falten auslaufen, die nicht mehr zu den Papillen gerechnet werden können. Die *Papillae fungiformes s. clavatae* von 0,3—0,8‴ Länge, 0,2—0,5‴ Breite und glatter Oberfläche, die am Lebenden durch ihre röthliche Farbe leicht zu erkennen sind, finden sich besonders an der vorderen Zungenhälfte, wo sie in ziemlich regelmässigen Abständen von $\frac{1}{4}$—1‴ und mehr über die ganze Oberfläche zerstreut stehen und namentlich an der Zungenspitze häufig so dicht zusammengedrängt sind, dass sie sich berühren, fehlen jedoch auch in den hintern Abschnitten bis zu den *P. circumvallatae* heran nicht. Die *P. filiformes s. conicae* von $\frac{1}{3}$—1$\frac{1}{2}$‴ Länge und 0,1—0,2‴ Breite springen durch ihre Zahl und weissliche Farbe leicht in die Augen; dieselben decken, eine dicht neben der andern, die Zwischenräume zwischen den *Clavatae*, und erscheinen ohne Ausnahme am dichtesten und entwickeltesten mit pinselförmig auslaufenden Enden in der concaven Seite des V der grossen Papillen und in der Mittellinie des Zungenkörpers. Nach den Rändern und nach der Spitze zu werden diese Papillen sowohl im Ganzen als in ihren Fortsätzen kürzer, zum Theil auch spärlicher, so dass sie allmählich in die oben erwähnten Blätter übergehen und auch in manchen Beziehungen den keulenförmigen Wärzchen ähnlich werden, ja selbst, wenigstens mit Bezug auf die Beschaffenheit ihrer Oberfläche, kaum von denselben zu trennen sind.

Ausser den frei hervorragenden Papillen finden sich auch in der Geschmacksregion der Zunge überall noch kleinere ganz im Epithel vergraben, die mit denen der nicht schmeckenden Gegenden des Organes ganz übereinstimmen.

Bezüglich auf den feineren Bau der Zungenschleimhaut, so weicht derjenige Theil derselben, der keine hervorragenden Papillen zeigt, in nichts von der Schleimhaut der Mundhöhle ab und besitzt namentlich ein geschichtetes Pflasterepithelium von 0,045‴ Dicke an der Zungenwurzel, von 0,06—0,1‴ an der untern Fläche der Zungenspitze und in demselben vergrabene einfache kleinere Papillen von 0,024—0,05‴ Länge, 0,004—0,02‴ Breite, die selbst an der vordern Fläche der Epiglottis und zwischen dieser und den *Papillae circumvallatae* nicht fehlen. In der eigentlichen Geschmacksregion der Zunge fehlt ein submucöses Gewebe gänzlich und ist die Schleimhaut durch Vermittlung einer derben Lage von Bindegewebe (s. oben §. 134)

mit dem Muskelfleisch verbunden und erscheint selbst dick und fest, jedoch ziemlich dehnbar, welche letztere Eigenschaft sie einer bedeutenden Menge von elastischem Gewebe und ihrem grossen Gefässreichthum, sowie meist zahlreich vorhandenen gewöhnlichen Fettzellen von 0,016—0,024‴ verdankt.

Die Papillen anlangend so besitzen die *Papillae filiformes* oder *conicae* (Fig. 185) eine kegelförmige Schleimhautpapille, die entweder nur am Ende oder an ihrer ganzen Oberfläche mit einer gewissen Zahl (5—20) kleinerer Papillen von 0,1—0,14‴ Länge besetzt ist. Das Ganze ist von einem ziemlich mächtigen Epithelbeleg überzogen, der an seinem Ende in eine Zahl langer und dünner (von 0,01—0,02‴), fein auslaufender und oft wieder getheilter Fortsätze sich spaltet (Fig. 185 *f.*), die dem Ganzen das Ansehen eines feinen Pinsels geben und bis 0,5, 0,6—0,7‴ Länge und 0,02—0,028‴ Breite an der Basis erreichen können. Die oberflächlichen Lagen dieses Epithels nähern sich durch ihre bedeutende Resistenz in Alkalien und Säuren den Epidermisplättchen sehr und bestehen, namentlich die Epithelialfortsätze, nur aus fest verhornten Schüppchen von 0,022—0,028‴, die häufig eine festere Axe und eine äussere aus dachziegelförmig sich deckenden Plättchen zusammengesetzte Rinde bilden, so dass das Ganze mit einigem Rechte mit Haaren sich vergleichen lässt. Die Schleimhautpapille der fadenförmigen Wärzchen zeigt deutliches Bindegewebe und eine auffallend grosse Zahl von elastischen Fäserchen, die als 10—20 wellenförmig verlaufende Fäden von 0,0004—0,0008‴ selbst noch in die einfachen Wärzchen an ihren Spitzen sich erstrecken, und der ganzen Papille und ihren Ausläufern eine gewisse Steife und Festigkeit verleihen, die den einfachen Schleimhautwärzchen ganz abgeht. In jeder Papille verästelt sich eine kleine Arterie, so dass jedes einfache Wärzchen eine Schlinge einer Capillare von 0,004—0,005‴ enthält, aus welchen dann ein kleines venöses Gefäss sich zusammensetzt. Die Nerven sind wegen des reichlichen elastischen Gewebes schwer herauszufinden und sucht man dieselben in einzelnen



Fig. 185.

Fig. 185. Zwei *Papillae filiformes* des Menschen, die eine mit Epithel, 35mal vergr. Nach *Todd-Bowman*. *p.* Papillen selbst, *v. a.* Arterielles und venöses Gefäss der einen Papille sammt den Capillarschlingen, die aber in die secundären Papillen eingehen sollten, *e.* Epithelialbekleidung, *f.* Fortsätze derselben.

Papillen wirklich vergeblich. In der Mehrzahl sind sie jedoch, wenigstens in der Basis der Papillen, ganz deutlich als ein oder zwei kleine Stämmchen mit 5—10 dunkelrandigen Primitivfasern von 0,002—0,003‴, die allmählich feiner werdend gegen die Spitzen derselben verlaufen. Wie dieselben enden, habe ich nicht mit Bestimmtheit zu sehen vermocht, nur scheinen die Enden nicht in den einfachen Papillen, sondern an der Basis derselben sich zu befinden. Bei Thieren glaube ich Schlingen gesehen zu haben, wie z. B. beim Kalb, wo jede *Pap. filiformes* 10—12 Primitivfasern von 0,002—0,003‴ erhält, die schliesslich bis zu 0,001‴ sich verfeinern, und auch nicht in die einfachen Papillen eingehen. Nach *R. Wagner* scheinen die Nerven dieser Papillen mit blassen Fasern frei zu enden (Gött. Nachr. Apr. 1853).

Die *Papillae fungiformes* haben eine keulenförmige Schleimhautpapille, die ähnlich einem Morgenstern an ihrer ganzen Oberfläche mit einfachen kegelförmigen Papillen von 0,1—0,12‴ Länge dicht besetzt ist, und von einem einfachen Epithelium, wie es auch sonst in der Mundhöhle sich findet, ohne stärker verhornte Zellen und fadenförmige Ausläufer überzogen ist, das von den Spitzen derselben an gerechnet 0,04—0,05‴ Mächtigkeit besitzt. In der Schleimhautpapille ist das elastische Gewebe viel spärlicher als in den *Pap. filiformes* und fehlt namentlich in den einfachen Wärzchen meist ganz, dagegen ist ein Flechtwerk von 0,002—0,003‴ breiten Bindegewebsbündeln sehr deutlich. Die Gefässe verhalten sich wie in den *Filiformes*, nur dass dieselben viel zahlreicher sind und was die Nerven anlangt, so gehen in jede schwammförmige Papille ein oder zwei stärkere Stämmchen von 0,04—0,08‴ und mehrere schwächere Fädchen ein, die pinselförmig sich verästelnd und vielfach anastomosirend (s. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. IV. Tab. IV) schliesslich nach allen Richtungen gegen die einfachen Wärzchen und die Tastkörperchen dieser Papillen (siehe §. 41) auseinandertreten. Während ihres Verlaufes verdünnen sich die Nerven, die in den Stämmchen 0,002—0,004‴, im Mittel 0,003‴ messen, so dass sie an der Basis der Papillen nur noch 0,001—0,0015‴ betragen und zeigen auch deutliche Theilungen. Ihr Ende habe ich noch nicht mit Sicherheit gesehen, und glaubte ich in einigen Fällen Schlingen, in andern freie Endigungen zu sehen, ohne mich für die einen oder andern verbürgen zu können. An abgeschnittenen solchen Papillen seiner eigenen Zunge fand *Waller* in den einfachen

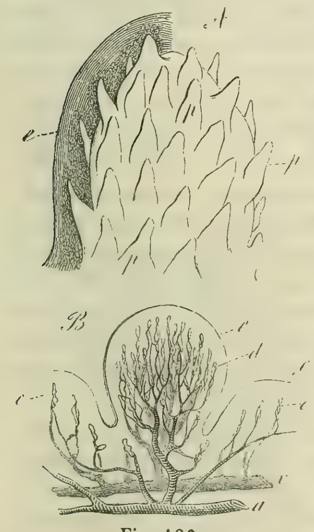
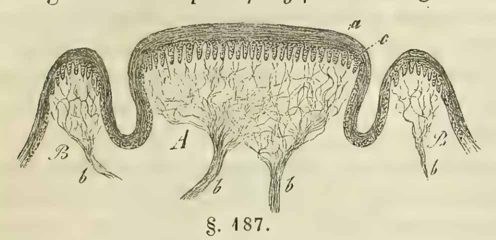


Fig. 186.

Fig. 186. *A. Papilla fungiformis* mit den secundären oder einfachen Papillen *p* (auf der einen Seite noch mit der Epithelialbekleidung *e*), 35mal vergr. *B*. Eine eben solche nur in den Contouren des Epithels *e* mit den Gefässen. *a*. Arterie. *v*. Vene. *d*. Capillarschlingen der einfachen Papillen. *e*. Capillaren in den einfachen Papillen der Schleimhaut an der Basis der *Fungiformis*. 18mal vergr. Nach *Todd-Bowman*.

Papillen ein freies Auslaufen der Nerven in schmale blasse Fasern und ähnliches glaubt auch *Wagner* gesehen zu haben. In den Papillen der Froschzunge fand *Waller* ein freies Auslaufen der Nerven, was ich mit *Leydig* und *R. Wagner* bestätigen kann.

Bei den *Papillae circumvallatae* ist die mittlere Papille, die als eine flach gedrückte *Papilla fungiformis* aufgefasst werden kann, an ihrer ebenen Endfläche mit einfachen kegelförmigen Wärzchen dicht besetzt und von einem gleichmässig dicken Epithelüberzug ohne besondere Fortsätze und Ausläufer an seiner äusseren Seite überzogen. Der Wall erscheint als eine einfache Schleimhauterhebung und zeigt unter einer glatten Epithelbekleidung auf seiner Höhe mehrere Reihen einfacher kegelförmiger Wärzchen. Das elastische Gewebe fehlt in diesen Papillen meist, sonst sind dieselben wie die *Fungiformes* gebaut, nur noch reicher an Nerven. Jede eigentliche *Papilla circumvallata* enthält in ihren untersten Theilen mehrere Nervenstämmchen von 0,05—0,08‴ Durchmesser, welche höher herauf zu einem sehr zierlichen Plexus sich auflösen, aus dem dann die Nerven der einfachen Wärzchen nach allen Seiten radienförmig ausgehen. Das übrige Verhalten ist wie in den *Fungiformes*, nur betragen die Nervenröhren schon in den Stämmen nicht mehr als 0,002‴ im Mittel und kaum mehr als 0,003‴ und an der Basis der Papillen nur noch 0,001—0,0015‴. In den Wällen dieser Papillen finden sich ebenfalls viele Nerven und scheint ihr feineres Verhalten ganz wie in den Papillen selbst zu sein.



§. 187.

Die Lymphgefässe der Zunge bilden nach *Sappey* (Anat. I. 2. p. 685) sehr dichte Netze in der Schleimhaut namentlich der obern Fläche der Zunge, wo sie ringförmig die einzelnen Papillen umgeben und selbst mit sehr zarten Gefässchen in den Papillen ein oberflächlicher als die Blutgefässe befindliches vollständiges Netz bilden sollen. Die Stämme dieser Gefässe ziehen an der Zungenwurzel oberflächlich rückwärts und gehen zu den Halsdrüsen, weiter vorne treten dieselben durch das Muskelfleisch des Organes in die Tiefe und kommen dann an der untern Fläche der Zunge zum Vorschein, von wo sie theils durch den *Mylohyoideus*, theils durch den *Hyoglossus* ebenfalls zu Halsdrüsen treten (siehe auch *Beau et Bonamy Atl. III. pl.* 23. *fig.* 1, 2).

Die Papillen der Zunge zeigen mannichfache Variationen, unter denen folgende die wichtigsten sind: 1) Die *Papillae filiformes* sind alle lang und mit sehr beträchtlichen Epithelialfortsätzen versehen. Was man gemeinhin gastrisch belegte Zunge nennt, beruht vorzüglich auf einer Wucherung der Epithelialfortsätze der *Papillae filiformes*, welche alle rückwärts gerichtet und an einander liegend scheinbar einen besonderen weissen Ueberzug bilden. Werden die Fortsätze noch länger, so dass die *Pap. fili-*

Fig. 187. *Pap. circumvallata* des Menschen im Durchschnitt. *A.* Eigentliche Papille. *B.* Wall, *a.* Epithel, *c.* secundäre Papillen, *bb.* Nerven der Papillen und des Walles, circa 10mal vergr.

formes 1½—2‴ messen, so entsteht eine *Lingua hirsuta* oder *villosa*, welche man ebenfalls in verschiedenen Krankheiten gar nicht so selten sieht und können sich schliesslich Formen ausbilden, welche die Zunge wie mit 4—6‴ langen Haaren besetzt erscheinen lassen. 2) Die fadenförmigen Papillen haben sehr kleine oder gar keine Epithelialfortsätze und sind von den kleineren *Fungiformes* kaum zu unterscheiden. 3) Die fadenförmigen Papillen sind nicht als besondere Hervorragungen vorhanden, sondern in einer gemeinsamen Epithelialhülle des Zungenrückens vergraben. Es gibt, besonders bei alten Leuten, Zungen, die, ohne einen Beleg zu haben, an einzelnen Stellen oder über grössere Flächen keine einzige Papille zeigen, sondern entweder eine ganz glatte Oberfläche oder nur einzelne linienartige Fortsätze, entsprechend den sonstigen Papillenzügen, darbieten. Hier findet sich dann das Epithelium entwickelter und in der Tiefe kleinere Papillen mehr von der gewöhnlichen Form. Verschieden hiervon sind die Zungen, die bei gehöriger Entwickelung der Papillen eine mehr glatte Oberfläche darbieten. Bei diesen ist es ein durch wucherndes Epithel, Schleim, Blut, Eiterkörperchen, Gährungspilze, Fadenpilze bewirkte Verklebung der Papillen, welche die ganz glatte oder von Schrunden durchfurchte Oberfläche bewirkt. 3) Die Epithelialfortsätze der fadenförmigen Papillen sind von Fadenpilzen besetzt. Wohl jeder Mikroskopiker kennt bräunliche, aus einer dunklen Axe und einer feingranulirten Rinde bestehende längliche (0,12—0,24‴ lange, 0,04—0,08‴ breite) Körper aus dem Zungenbeleg. Nur der centrale Theil dieser Gebilde ist aus stark verhornten Epithelplättchen gebildet, die durch Kali und Natron, namentlich in der Wärme, sich isoliren und aufquellen und von den Epithelialfortsätzen der fadenförmigen Papillen abstammen; die granulirte Rinde dagegen ist nichts anderes, als die Matrix eines Fadenpilzes von nur 0,0006‴ Breite, der, mit den bekannten Fäden an den Zähnen ganz übereinstimmend, oft in ungeheurer Menge in derselben wurzelt. An der Leiche erkennt man leicht die von Pilzen besetzten Epithelzellen mit und ohne hervorragende Pilzfäden auch *in situ* (Fig. 188), und bei Lebenden kann man durch Abkratzen der Zunge dieselben losgetrennt in beliebiger Menge sich verschaffen. In 20—30 Fällen vermisse ich bei gesunden jungen Leuten die granulirten Ueberzüge an den Epithelialfortsätzen kaum 1mal und zwar bei solchen mit ganz reiner rother Zunge. Je mehr Beleg da ist, um so häufiger ist die Matrix und treten auch die Pilze auf, die jedoch im Ganzen selten, unter 30 Fällen 3—4mal, so exquisit gefunden werden, wie die Fig. 188 ergibt und überhaupt nur etwa bei einem Drittheil der Individuen sich finden, die nicht ganz normale *Papillae filiformes* haben.

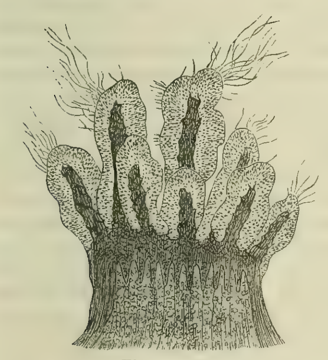


Fig. 188.

Für die Physiologie lässt sich aus den mitgetheilten anatomischen Daten etwa Folgendes entnehmen. Die *Papillae filiformes* sind weder Geschmacksorgane noch feine Taster, da ihr dickes und, worauf ich noch viel mehr Gewicht legen möchte, stark verhorntes Epithel sehr wenig sich eignet, schmeckbare flüssige Substanzen hindurch zu lassen oder andere Eindrücke zu den spärlichen, nur bis an die Basis der einfachen Papillen reichenden Nerven zu leiten. Ich halte mit Todd und Bowman die *Filiformes* in der Function den Zungenstacheln der Thiere, die nichts als modificirte *Filiformes* sind, verwandt und schreibe ihnen mithin eine etwelche Bedeutung für das Fortbewegen und Festhalten der Speisetheilchen zu und betrachte zugleich ihr Epithel als eine schützende Decke für die Zunge. Die beiden andern Papillenarten dienen beide dem Geschmack und sind ausserdem auch noch der Sitz gewöhnlichen Gefühls (für mechanische Erregungen, Temperaturen etc.), für welche Functionen sie durch ihr dünnes, weiches Epithel, die

Fig. 188. Eine *Papilla filiformis*, deren hier kurze Epithelialfortsätze von der Matrix der Pilze umhüllt sind, aus der selbst einzelne Fäden hervorwuchern.

Weichheit des Gewebes ihrer Papillen und durch die oberflächliche Lage (in den secundären Papillen) und die grosse Zahl ihrer Nerven vortrefflich gebaut sind. Das Gefühl ist am feinsten da, wo die *Papillae fungiformes* am gedrängtesten stehen, d. h. an der Zungenspitze, die daher, vielleicht auch wegen der festen Axenkörperchen in manchen Papillen, besonders zum Tastorgan sich eignet, und wird an der Zungenwurzel, wo es viel stumpfer ist, von eigenthümlichen Sensationen begleitet. Die Geschmacksempfindung ist an der Zungenwurzel viel feiner als an den übrigen Orten, die Spitze nicht ausgenommen, und auch zum Theil anders. Der Grund hiervon liegt weder im Epithelium noch im Grundgewebe der Papillen, denn diese verhalten sich bei den *Circumvallatae* und *Fungiformes* im Wesentlichen gleich, dagegen könnte man daran denken, denselben in den Nerven zu suchen. In den *Circumvallatae* sind die Nervenfasern constant feiner und nicht nur absolut, sondern auch relativ bedeutend zahlreicher als in den *Fungiformes*, so dass bei ihnen auf denselben Raum mehr Papillen und Endigungen kommen. Namentlich die Feinheit der Nervenfasern, verbunden mit einer geringen Mächtigkeit der Markscheide und mehr oberflächlichen Lage der Axenfaser, die wir ja in allen Endigungen der höheren Sinnesnerven finden, möchte vielleicht erklären, dass hier die schmeckbaren Substanzen kräftiger und auch dann noch einwirken, wenn sie von dickeren Nervenelementen nicht mehr wahrgenommen werden. Reicht dieses Moment nicht aus, um die Verschiedenheiten des Geschmackes in den beiderlei Papillen zu erklären, so bleibt nichts anderes übrig, als auf die Centralorgane zurückzugehen oder den Nervenfasern selbst specifische Wirkungen zuzuschreiben, womit dann freilich die Lücke in unserem Wissen offen eingestanden ist. — An der Ausbreitung des *Glossopharyngeus* in der Zunge hat *Remak* mikroskopische Ganglien aufgefunden, welche in der neuesten Zeit von mir (Mikr. Anat. II. 2. p. 32) und *Remak* (*Müll.* Arch. 1852) genauer untersucht wurden. *Remak* fand solche Knötchen auch an den Zungenästen des *Lingualis* beim Schaf und Kalb bis nahe an die Zungenspitze, jedoch kleiner und sparsamer als beim *Glossopharyngeus*, wogegen dieselben beim Menschen an den stärkeren Zungenästen fehlten, und nur an den zarteren Aestchen im Innern als sehr feine Ganglien vorhanden waren. *R.* bemüht sich eine Beziehung dieser Ganglien, deren Existenz neulich auch *Schiff* (Arch. f. phys. Heilk. 1853. p. 377) bestätigt, zu den Zungendrüsen nachzuweisen und dieselben functionell dem *Ganglion linguale* zu parallelisiren, gegen welche im Allgemeinen zusagende Ansicht ich nur bemerke, 1) dass Ganglien nicht nur an den Aesten zur Schleimhaut, sondern auch an denen zu den Papillen selbst und in Zungengegenden (Spitze) sich finden, wo keine Drüsen liegen, und 2) dass auch die Drüsenregion der Zungenwurzel Geschmacksempfindung hat. Aus diesen Gründen scheint es mir wie auch *Schiff* vorläufig noch nicht möglich, eine Beziehung der fraglichen Ganglien zu den Sensationen ganz zu leugnen.

Ueber den Bau des Epithels der Froschzunge hat neulich *Billroth* interessante Mittheilungen gemacht, von denen ich nur die hervorhebe, dass die Epithelzellen durch fadige Ausläufer mit den Fibrillen der eigentlichen Papillen zusammenhängen sollen, was später *Fixsen* bestätigte. Dagegen war dieser Autor nicht im Stande zwei fernere Angaben von *Billroth* über die Endigungen der Nerven und Muskeln in den Papillen als begründet anzuerkennen. Von den Nerven, von denen *Billroth* vermuthet, dass sie mit den mittleren nicht flimmernden Zellen der Endfläche der grossen Papillen zusammenhängen, hat *Fixsen* sich mit Bestimmtheit überzeugt, dass ihre Fasern einzeln keulenförmig oder abgestumpft oder etwas zugespitzt in den Papillenspitzen enden, was auch *Stricker* bei Froschlarven sah, der jedoch eine Verbindung mit den Epithelzellen für wahrscheinlich hält. Von den Muskeln in den grösseren Papillen behauptet *Billroth* einen Zusammenhang mit Bindegewebskörperchen, die z. Th. mit den Epithelialzellen verbunden zu sein scheinen, wogegen *Fixsen* die spitzen Enden der Muskeln niemals zum Epithel reichen sah.

C. Von den Drüsen der Mundhöhle.

1. Schleimdrüsen.

§. 136.

Die Schleimdrüsen der Mundhöhle sind gelbliche oder weissliche acinöse Drüschen von meist rundlicher Gestalt, höckeriger Oberfläche und $\frac{1}{3}$—2‴ Grösse, die in der Regel unmittelbar nach aussen von der Schleimhaut ihre Lage haben, durch einen kurzen geraden Ausführungsgang die Mundhöhle sich öffnen und ein schleimiges Secret liefern.

Je nach den verschiedenen Gegenden verhalten sich die Schleimdrüschen etwas verschieden und werden auch mit besonderen Namen benannt.

1) Die Lippendrüsen, *Gl. labiales,* liegen zwischen der Muskellage und der Schleimhaut, sind $\frac{1}{2}$—1$\frac{1}{2}$‴ gross, sehr zahlreich und bilden einen fast zusammenhängenden Drüsenring um die Mundöffnung herum, der in 3‴ Entfernung vom rothen Lippenrande beginnt und ungefähr $\frac{1}{2}$″ Breite besitzt.

2) Die Backendrüsen, *Glandulae buccales*, finden sich weiter nach aussen gedeckt vom *Buccinator*, sind ziemlich zahlreich, aber kleiner. Einige grössere Drüschen zeigen sich an der Einmündung des *Stenon*'schen Ganges auf dem *Buccinator* und noch weiter rückwärts in der Gegend des letzten Backzahnes *(Gl. molares).*

3) Die Gaumendrüsen, *Glandulae palatinae.* Die des harten Gaumens sind kleiner und gehen kaum über die Mitte desselben nach vorn, wogegen die des weichen Gaumens an der untern Seite desselben ein mächtiges Drüsenlager bilden, das nach vorn 3—4‴ mächtig ist, gegen den freien Rand und das Zäpfchen hin jedoch etwas abnimmt. Auch an der hinteren Fläche des weichen Gaumens sind Drüschen vorhanden, jedoch viel kleiner und nicht immer in continuirlicher Lage.

4) Die Zungendrüsen, *Glandulae linguales.* Ich unterscheide:

a) die Schleimdrüsen der Zungenwurzel. Dieselben bilden ein zum Theil sehr mächtiges Stratum von $\frac{1}{2}$—2‴ grossen Drüsen unter den später zu beschreibenden einfachen Schleimbälgen der Zungenwurzel und den *Papillae circumvallatae*, das namentlich unter den erstgenannten bis 4‴ Dicke zeigt und fast continuirlich von einer Tonsille zur andern sich erstreckt. Vor dem *Foramen coecum* sind diese Drüsen kleiner und spärlicher, doch finden sich einzelne derselben noch vor den vordersten *Papillae circumvallatae* mehr oder weniger tief im Muskelfleisch, jedoch nie bis über die Mitte der Zunge hinaus nach vorne zu. Die Ausführungsgänge dieser von den Enden des *Genioglossus* durchsetzten und zum Theil mit denselben verbundenen Drüsen sind an den hintern Drüsen bis 6‴ lang und münden, wie *E. H. Weber* zuerst gezeigt hat, trichterförmig sich erweiternd in die einfachen Schleimbälge der Wurzel ein; in der Gegend der *Papillae circumvallatae* dagegen öffnen sich dieselben für sich zwischen den Zungenpapillen und in den Furchen,

welche die umwallten Papillen umgeben, einzelne auch an den Wänden des *Foramen coecum.*

b) Die Randdrüsen der Zungenwurzel. An den Rändern der Zungenwurzel findet man in der Höhe der *Papillae vallatae* mehrere schon oben erwähnte senkrechte, blattartige Falten und zwischen denselben feine Oeffnungen, welche einer besondern kleinern Gruppe von Drüsen angehören, die mitten in der Ausstrahlung des *Hyoglossus* und *Transversus* drin liegen. Bei Thieren sind diese Drüsen, so wie die betreffenden Falten (*Mayer's* Organ) oft sehr entwickelt (siehe *Brühl* l. c.).

c) Die Drüsen der Zungenspitze. An der untern Seite der Zungenspitze, jedoch noch im Fleische des *Lingualis inferior* und *Styloglossus* liegen rechts und links zwei längliche, 6—10‴ lange, 2—3‴ dicke, 3—4‴ breite Drüsenhaufen, deren 5 bis 6 Ausführungsgänge auf besondern gelappten Schleimhautfalten neben dem *Frenulum linguae* ausmünden. Diese Drüsen hat schon *Blandin* genau beschrieben und *Nuhn* neulich der Vergessenheit entrissen.

Szontagh hat die Gaumendrüsen genauer untersucht. Am harten Gaumen zählte er 250 Drüsenmündungen, 100 an der vordern, 40 an der hintern Seite des weichen Gaumens und 12 an der *Uvula*. Die grössten Drüsen bis 3mm sah er an der hintern Seite des *Velum palatinum*, was sicher nicht für alle Fälle richtig ist. Die Ausführungsgänge messen 0,08—0,3mm. Auch einfache *Tubuli* fanden sich zwischen den acinösen Drüsen in manchen Fällen.

§. 137.

Feinerer Bau der Schleimdrüsen. Alle erwähnten Drüschen stimmen in den wesentlichsten Verhältnissen des feinern Baues vollkommen überein und bestehen ohne Ausnahme aus einer gewissen Zahl von Drüsenläppchen und einem verästelten Ausführungsgang. Die Läppchen, die bei den einfachsten Drüsen (Fig. 189) nur zu einigen wenigen (4—8) sich finden, sind im Umkreis meist länglich oder birnförmig, auch wohl rundlich, nicht selten abgeplattet, 0,5—0,72‴ lang, 0,2—0,48‴ breit, hie und da auch rundlich und sitzen jedes an einem 0,03—0,05‴ breiten Aste des von 0,12—0,3‴, selbst 0,5‴ (Drüsen der Zungenwurzel) messenden Ausführungsganges auf. Dieselben bestehen aus einer gewissen Zahl gewundener und vielfach mit einfachen oder zusammengesetzten blasigen Aus-

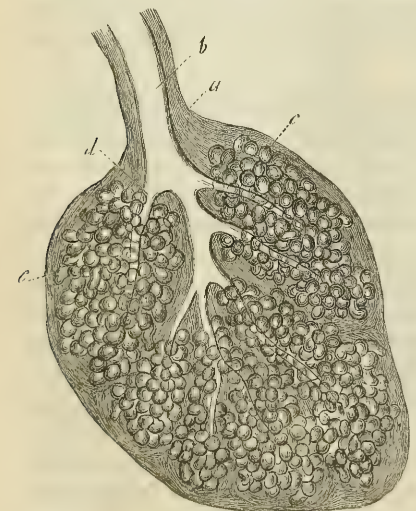


Fig. 189.

Fig. 189. Traubenförmige Schleimdrüse vom Boden der Mundhöhle. *a.* Bindegewebshülle, *b.* Ausführungsgang, *c.* Drüsenbläschen, *d.* Gänge der Läppchen. Vom Menschen. Vergr. 50.

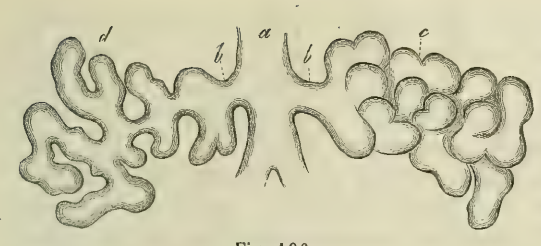


Fig. 190.

buchtungen besetzter Canäle (Fig. 190), welche als die unmittelbaren Fortsetzungen der Ausführungsgänge der Läppchen erscheinen, die, sowie sie in dieselben eingetreten sind, meist ohne an Durchmesser abzunehmen, successive in eine gewisse Zahl derselben sich spalten. Was man Drüsenbläschen *(Acini)* genannt hat, sind nichts anderes als die Ausbuchtungen und Enden dieser Canäle oder letzten Aeste der Ausführungsgänge. Dieselben erscheinen oberflächlich und bei kleineren Vergrösserungen betrachtet, alle gleichmässig rundlich oder birnförmig, eine genaue Analyse eines ganzen Läppchens und noch besser einer zerzupften und injicirten Drüse ergibt jedoch, dass die Form derselben eine sehr wechselnde, rundliche, birnförmige oder längliche ist. Es ist nicht möglich alle vorkommenden Gestalten ausführlich zu beschreiben und ich will daher nur noch bemerken, dass die Enden der Drüsenläppchen häufig im Kleinen das Bild der Samenbläschen und auch den Bau derselben wiederholen und zugleich auf beistehende, zum Theil schematische Figur verweisen.

Alle feinsten Drüsengänge und Bläschen, deren Durchmesser von 0,02—0,08''' wechselt, bestehen aus einer besondern structurlosen Hülle, der *Membrana propria* von 0,0008—0,0012''' Dicke und einem Epithel (Fig. 191), das an frischen Präparaten als ein die Drüsenenden continuirlich auskleidender Ueberzug sich ergibt, jedoch sehr gern abfällt und dann die Drüsenbläschen als eine körnige Masse erfüllt. Die Epithelzellen liegen in einfacher Schicht an der *Membrana propria,* sind 5—6eckig, oft etwas in die Länge gezogen, 0,005—0,006''' breit, 0,003—0,004''' dick und enthalten ausser einem 0,002—0,003''' grossen rundlichen oder länglichrunden Kerne oft mit deutlichem Nucleolus und, wie *Donders* zuerst richtig angab, einer gewissen Menge flüssigen Schleimstoffes, der durch Essigsäure gerinnt (wesshalb auch die Zellen durch dieses Reagens dunkel werden) ohne Ausnahme eine gewisse Zahl grösserer oder kleinerer Körner, die bald einfach wie weisses Fett sich ausnehmen, bald gelblich und bräunlich gefärbt sind und dadurch die Farbe der Drüsen selbst mit bedingen helfen.

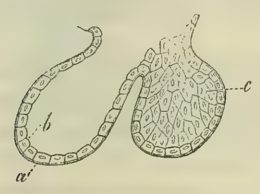


Fig. 191.

Die eben beschriebenen Elemente der Drüsenläppchen liegen zwar alle sehr dicht beisammen, so dass sie nicht selten durch gegenseitigen Druck

Fig. 190. Schema zweier Gänge eines Schleimdrüsenläppchens. *a.* Ausführungsgang des Läppchens, *b.* Nebenast, *c.* die Drüsenbläschen an einem solchen *in situ, d.* dieselben auseinandergelegt und der Gang entfaltet.

Fig. 191. Zwei Drüsenbläschen einer traubenförmigen Schleimdrüse des Menschen, 300mal vergr. *a. M. propria. b.* Epithel, wie es im scheinbaren Durchschnitt eines Bläschens erscheint, *c.* dasselbe von der Fläche gesehen.

leicht sich abflachen, doch findet sich immer noch zwischen ihnen eine geringe Menge von Bindegewebe, in welchem die Gefässe des Läppchens verlaufen. Ausserdem sind dann die einzelnen Läppchen und die ganzen Drüsen von derberen Hüllen eines elastische Fäserchen führenden Bindegewebes, das auch Fettzellen enthalten kann, umgeben. An kleinen Drüsen, wie Fig. 180, unterscheidet man von Unterabtheilungen nur die beschriebenen Läppchen und Drüsenbläschen oder Schläuche, an grösseren dagegen, wie an den Lippen- und Gaumendrüsen, werden die kleinsten Läppchen gruppenweise von etwas stärkeren Bindegewebsscheiden umgeben, so dass dann auch eine gewisse Zahl von secundären Läppchen vorhanden ist, von denen jedes einer einfachen Drüse entspricht und auch dieselbe Grösse hat wie sie, d. h. etwa ½—1½‴.

Die Ausführungsgänge der Läppchen haben eine bindegewebige Hülle mit Netzen feiner elastischer Fasern und eine einfache 0,008—0,01‴ mächtige Lage von cylindrischen Zellen. In den Hauptausführungsgängen misst die an elastischen Fasern sehr reiche Wand an den kleinsten Drüsen schon 0,02‴, an den grösseren bis zu 0,03‴ und 0,04‴, das Epithel 0,01—0,012‴. Von Muskelfasern sah ich weder an den Drüsen selbst, noch an den Ausführungsgängen eine Spur, dagegen besitzen dieselben viele kleinere Gefässe, die mit dem Ausführungsgange oder sonst zwischen die Läppchen eindringen und im Inneren ein weiteres Netz von Capillaren von 0,003‴ bilden, dass die einzelnen Schläuche und Bläschen umspinnt, so dass auf jeden Fall ein jeder derselben mit 3—4 Capillaren in Berührung ist. — Nerven finden sich reichlich an den Ausführungsgängen und hie und da auch als mittelfeine Fasern in den Drüsen selbst.

Das Secret der traubenförmigen Drüsen ist ein klarer gelblicher offenbar aus den Epithelzellen stammender Schleim mit nur zufällig beigemengten Körnchen, Kernen, Zellenresten, der die Ausführungsgänge und übrigen Drüsenräume bis in die letzten Enden hinein erfüllt und auch in diesen durch Essigsäurezusatz leicht als eine streifige zähe Masse zur Anschauung zu bringen ist. Sogenannte Schleimkörperchen, wie sie in den Mundflüssigkeiten sich finden, habe ich nie in einer Schleimdrüse gesehen, was *Donders* und *Bernard* bestätigen, und bin ich der Ansicht, dass die Schleimsecretion normal ohne Zellenproduction vor sich geht.

2. Balgdrüsen *(Glandulae folliculares)*.

§. 138.

Die Balgdrüsen der Mundhöhle finden sich einmal als einfache Bälge an der Zungenwurzel und zweitens als zusammengesetzte rechts und links vom *Isthmus faucium*, die Mandeln, *Tonsillae*. Im Bau sind diese Organe insofern einander ganz gleich, als die Tonsillen als ein Complex einfacher Balgdrüsen aufgefasst werden können, weichen dagegen von den Schleimdrüsen so sehr ab, dass sie in keiner Beziehung mit denselben sich zusammenstellen lassen.

Die einfachen Balgdrüsen der Zungenwurzel (Fig. 184. *f.*) liegen als eine fast zusammenhängende Schicht von den *Papillae vallatae* bis zur *Epiglottis* und von einer Mandel zur andern über den Schleimdrüsen dieser Gegend unmittelbar an der Schleimhaut. Ihre Lage ist so oberflächlich, dass die einzelnen Drüsen schon von aussen als hügelartige Erhebungen der Schleimhaut sich kundgeben und in Zahl und Anordnung sich erkennen lassen. Präparirt man dieselben frei, so sieht man, dass jeder Balg eine linsenförmige, auch wohl kugelige Masse von ½—2‴ Durchmesser ist, welche an der äussern Seite von der hier sehr dünnen Schleimhaut bekleidet wird, locker in das submucöse Gewebe eingebettet ist, und an ihrer untern Fläche den Ausführungsgang einer tiefer gelegenen Schleimdrüse aufnimmt. In der Mitte der freien Fläche findet sich an jeder Balgdrüse eine punktförmige, von blossem Auge leicht sichtbare, oft ziemlich weite (von ⅕—½‴) Oeffnung, die in eine trichterförmige Höhle führt, die einerseits durch ihre im Verhältniss zur Grösse des Balges bedeutende Enge, anderseits durch ihre dicken Wandungen sich auszeichnet und meist mit einer graulichen schleimartigen Masse gefüllt ist.

Eine jede Balgdrüse (Fig 192) ist eine dickwandige Kapsel, die aussen von einer mit den tiefen Lagen der *Mucosa* zusammenhängenden Faserhülle umgeben, innen von einer Fortsetzung der Mundhöhlenschleimhaut mit Papillen und Epithel ausgekleidet wird und zwischen beiden in einer zarten, faserigen, gefässreichen Grundlage eine gewisse Zahl grosser, ganz geschlossener Kapseln oder Follikel enthält (Fig. 192. *g.*), die bei einer Grösse von $^1/_{10}$—¼‴, runder oder länglichrunder Gestalt und weisslicher Farbe, den Kapseln der *Peyer*'schen und solitären Drüsen und den Bläschen der Milz und der Lymphdrüsen sehr ähnlich sind und aus einer 0,002—0,003‴ dicken, ziemlich festen Hülle aus mehr homogenem Bindegewebe ohne elastische Fasern und einem grauweissen Inhalt bestehen, der beim Anstechen eines Follikels als ein in Wasser sich zertheilendes Tröpfchen hervorquillt, und aus Flüssigkeit und geformten Theilchen gebildet wird. Erstere von alkalischer Reaction ist in äusserst geringer Menge da, so dass sie nur als Bindemittel der letztern erscheint, die aus 0,0025—0,005‴ grossen Zellen ohne besonderen Character besteht. Essigsäure macht die Zellen granulirt und dadurch den Inhalt weisslich, schlägt jedoch keinen Schleim nieder, womit die Verschiedenheit des Inhaltes dieser Follikel vom Schleim und die Uebereinstimmung desselben mit dem der Milz-

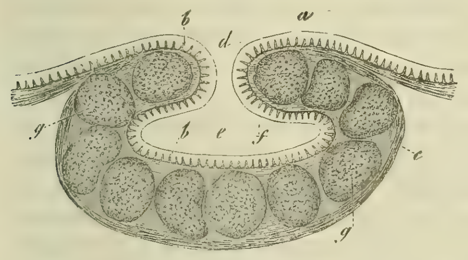


Fig. 192.

Fig. 192. Balgdrüse von der Zungenwurzel des Menschen. *a.* Epithel, das dieselbe auskleidet. *b* Papillen. *c.* Aeussere Fläche der Balgdrüse mit der Bindegewebshülle. *e.* Höhlung des Balges. *f.* Epithel desselben. *g.* Follikel in der dicken Wand des Balges. — Vergrösserung 30

körperchen u. s. w. festgestellt ist. — Die Lagerung der Follikel ist meist so, dass dieselben eine fast zusammenhängende einfache Schicht zwischen der äussern Hülle und dem Epithel der Balgdrüsen bilden, doch findet man auch, wenigstens bei Thieren, stellenweise zwei Follikel hintereinander oder grössere Abstände derselben.

Die Gefässe der Balgdrüsen sind sehr zahlreich und lassen sich beim Menschen, mit Blut gefüllt, oft leicht verfolgen. Kleine Arterien treten von aussen her durch die Faserhülle ins Innere hinein, verästeln sich zwischen den einzelnen Follikeln aufsteigend zierlich baumförmig und enden in den Papillen und dann an den Follikeln. Die Gefässe der ersteren verhalten sich wie sonst in einfachen Papillen und sind entweder einfache oder zusammengesetzte Schlingen; an den Follikeln findet sich rings um dieselben herum ein äusserst hübsches und reichliches Netz, dessen feinste Gefässchen von 0,004—0,006''' wellenförmig verlaufend unmittelbar auf der Haut der Kapsel ein mässig enges Maschenwerk darstellen. Die ableitenden Venen sammeln sich von den beiden genannten Orten her und sind weit und zahlreich. Auch Lymphgefässe scheinen nach *E. H. Weber* (*Meck.* Arch. 1827. S. 282) von diesen Drüsen zu kommen, und Nerven habe ich selbst an denselben wahrgenommen.

Die Mandeln oder Tonsillen sind nach meinen Untersuchungen nichts als ein Aggregat von einer gewissen Zahl (10 bis 20) zusammengesetzter Balgdrüsen, die fest untereinander verbunden und von einer gemeinsamen Hülle zusammengehalten, ein grösseres halbkugeliges Organ bilden und auch häufig mit ihren Oeffnungen in einige wenige zusammenfliessen. Jeder Abschnitt der Tonsille hat, so verschieden auch die Gestalt seiner Höhle und seine äussere Form ist, doch ganz denselben Bau. Geht man von der Mundhöhle aus, so ergibt sich, dass das Epithelium derselben auch in die einzelnen Höhlen der Tonsille eingeht und, wenn auch etwas verdünnt, dieselben bis in die letzten Nebenhöhlen vollständig auskleidet. Unter demselben trifft man eine grauliche, weiche, sehr gefässreiche, ½—⅓''' dicke Membran, und nach aussen schliesslich noch eine derbe, relativ dicke Faserhülle, welche da, wo zwei Lappen oder Abschnitte der Tonsille sich berühren, denselben gemeinschaftlich angehört und an den äussern Enden derselben mit der gemeinschaftlichen Hülle des Organes zusammenhängt. Die weiche dicke Lage zwischen Epithel und Faserhülle hat dieselbe Zusammensetzung, wie die entsprechende Lage der Balgdrüsen der Zungenwurzel. Auch hier zeigen sich gegen das Epithel kegel- oder fadenförmige, selbst leicht ästige Papillen von 0,06—0,08''' Länge, 0,01—0,03''' Breite, dann im Innern rundliche, ganz geschlossene Follikel, einer dicht am andern, von derselben Grösse und mit demselben Inhalt wie dort, endlich ein weiches, dieselben verbindendes und zahlreiche Gefässe führendes Fasergewebe. Die Gefässe sind noch zahlreicher als in den Bälgen der Zunge, ihre Ramification jedoch im Ganzen dieselbe wie dort, nur dass die Papillen häufig mehrfache Schlingen führen und die Netze um die Kapseln (Fig. 193) noch reicher sind. In neuster Zeit glaube ich auch Gefässe im Innern der Kapseln gesehn zu haben, gerade wie bei den *Peyer*'sche Drüsen. Die Faserhülle endlich besteht aus Bindegewebe mit elastischen Fasern

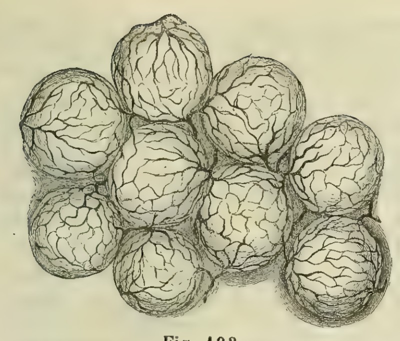


Fig. 193.

und nimmt einzelne Fasern des obersten Schlundkopfschnürers auf. — Nerven sieht man wohl äusserlich an der Tonsille und in den Papillen, doch habe ich hier so wenig wie in den Bälgen der Zunge, in der eigentlichen Haut der Follikel solche zu finden vermocht.

Wie die Mandeln und Schleimbälge der Zunge im Bau, so scheinen sie auch im Secret übereinzustimmen, doch ist dasselbe von den ersteren nicht leicht rein zu erhalten, weil dieselben auch Schleimdrüsengänge aufnehmen. Dasselbe ist eine grauweisse schleimartige Masse, die jedoch, so viel ich finde, keinen Schleimstoff enthält, sondern entweder nur aus losgestossenem Epithelium (Plättchen) besteht, oder aus solchem mit Zellen gemengt, die ganz mit denen übereinstimmsn, die die Follikel in den Wänden der einzelnen Höhlen enthalten. Wie die letzteren Zellen sich bilden und wo sie herstammen, weiss ich nicht. Es liegt nahe anzunehmen, dass dieselben aus geborstenen Follikeln kommen und möchte dies auch in der That für den Menschen zu statuiren sein, obschon nach dem, was die Untersuchung von Thieren lehrt, ein normales Bersten derselben kaum anzunehmen ist.

Meine Darstellung des Baues der Balgdrüsen der Zungenwurzel hat in *Huxley*, *Sachs*, *Sappey* und *Henle* (Jahr v. 1856. p. 60) Gegner gefunden, welche mit Ausnahme von *Huxley*, der keine Follikel, sondern nur ein kernhaltiges Parenchym findet, diese Organe für traubenförmige Drüsen erklären. Dieselben werden sich jedoch bei genauerem Nachsehen ebenso wie *Gauster* von der Richtigkeit meiner Angaben überzeugen, was in der That bei *Sappey (Anat. descr. Taf. III. fasc. 1)* schon geschehen ist.

Beim Menschen scheinen bei den Entzündungen der Mandeln und ihren Folgen die Follikel derselben anzuschwellen, in ihrem Inhalte sich zu ändern und dann zu bersten. Die mit eiter- oder käseartigen Massen gefüllten geschlossenen Bälge, die man in erkrankten Tonsillen beschreibt, möchten, wenn sie eine gewisse Grösse nicht überschreiten, nichts anderes als solche Follikel sein und durch ihr Bersten jene Secretmassen liefern, die in den grösseren Höhlungen sich anhäufen. So kommt es, dass man so oft in den Wänden der Mandeln den normalen Bau nicht mehr erkennt, und höchstens noch geöffnete Follikel, meist nichts als eine granulirte, von Fasern und Gefässen durchzogene Masse mit Resten der Papillen und des Epithels findet. Bei Kindern und in gewissen Fällen von leicht hypertrophischen Tonsillen sieht man jedoch die Follikel derselben sehr schön. Von Thieren sind zu empfehlen die Tonsille des Schweines und Schafes und die Zungenbälge des Ochsen, dann Tonsillen ähnliche Organe nahe am Eingange des Larynx beim Schweine, Schafe und Ochsen, bei denen an frischen und in starkem Alkohol erhärteten Theilen der Bau stets leicht zu ermitteln ist.

Die graulichen, gelblichen oder grünlichen, bald weicheren, bald consistenteren Massen, welche man so häufig als mehr abnorme Erscheinung in den Höhlen der Tonsillen findet, enthalten grössere und kleinere einkernige Zellen, zum Theil exquisit fettig metamorphosirt, auch wohl mit Hohlräumen und Verdickungen der Membran, ferner Epithel (keine Flimmercylinder, wie *Valentin* angibt), hie und da auch häufig Cho-

Fig. 193. Gefässe einiger Follikel aus der Tonsille des Menschen von der Höhlung eines Balges aus betrachtet. Vergrösserung 60.

lestearincrystalle und Fadenpilze. Schon normaler ist das Secret, wenn es nur aus Epithel und aus kleinen nicht fetthaltigen Zellen, die letzteren Elemente ganz gleich denen in den Follikeln, besteht, doch findet man auch von einem solchen häufig so bedeutende Massen, dass man ebenfalls an einen Excess der Bildung denken muss. Immerhin möchte ich solche Zellen als das eigentliche Secret der Tonsillen betrachten, besonders weil auch bei Thieren, beim Schafe z. B., ein ganz ähnlicher Inhalt, freilich immer nur in geringen Mengen gefunden wird. Dasselbe stammt normal sicher nicht direct aus den Follikeln und hängt in seiner Entwickelung möglicherweise mit dem die Höhlungen auskleidenden Epithel zusammen. Bei dieser Auffassung wird die Bedeutung der Follikel der Tonsille und der Zungenbälge (für die alles Bemerkte ebenfalls gilt), eine räthselhafte. Wenn dieselben nicht zeitenweise bersten, so könnten sie, ihre Beziehung zur Secretion festgehalten, nur dadurch von Nutzen sein, dass sie im Innern einen Saft elaborirten, der, wenn er später in die Hohlräume der Drüse hineingelangte, vor Allem geeignet wäre, das eigentliche Secret derselben zu bilden. Uebrigens führt die Aehnlichkeit der fraglichen Follikel mit denen der solitären und vor allem der *Peyer*'schen Drüsen, dann mit denen der Milz und Lymphdrüsen, wie ich schon früher bemerkte, noch zur Frage, ob dieselben nicht in die Nähe dieser Organe zu stellen seien, in welchem Sinne sich auch wirklich *Brücke* ausgesprochen hat, wie auch ich glauben möchte, nicht ganz mit Unrecht. Immerhin möge man nicht vergessen, dass diese Balgdrüsen sicherlich auch secerniren, und dass daher eine Vergleichung mit den Lymphdrüsen (*Brücke*) auf keinen Fall nach allen Seiten durchzuführen ist. Am nächsten kommen denselben meiner Meinung nach die solitären Follikel des Dickdarmes, bei denen wahrscheinlich auch eine Ausscheidung in die über ihnen befindliche Grube sich findet, und dann die *Peyer*'schen Haufen, denen ich dieselben hiermit anreihe.

3. Speicheldrüsen.

§. 139.

Die Speicheldrüsen, *Glandulae salivales*, d. h. die *Parotis*, *Submaxillaris*, *Sublingualis* und die *Rivini*'schen Drüsen, stimmen in ihrem Bau so sehr mit den traubenförmigen Schleimdrüschen überein, dass eine detaillirte Beschreibung derselben ganz überflüssig ist. Dieselben sind zusammengesetzte traubige Drüsen und können als Aggregate von vielen Schleimdrüschen aufgefasst werden. Die Läppchen erster und zweiter Ordnung nämlich, die man an diesen Drüsen wahrnimmt, entsprechen die letztern den ganzen Schleimdrüschen, die ersteren den einzelnen Läppchen derselben. Die Läppchen zweiter Ordnung treten dann zu noch grösseren Abtheilungen zusammen und eine gewisse Zahl von solchen bildet die ganze Drüse. Die Ausführungsgänge sind, entsprechend der Zahl der Drüsenunterabtheilungen, mehr oder weniger verästelt und verhalten sich schliesslich in ihren Enden wie die der Schleimdrüschen.

Die feinere Zusammensetzung der Speicheldrüsen bietet ebenfalls nicht viel Bemerkenswerthes dar. Die Drüsenbläschen messen bei allen drei Drüsenarten gleichmässig 0,016—0,024—0,03‴, sind eben so verschieden geformt wie bei den Schleimdrüschen und gehen in ähnlicher Weise wie dort aus den Ausführungsgängen hervor. Ihre *Membrana propria* ist häufig doppelt contourirt und inwendig immer mit einem Pflasterepithel belegt, dessen 0,005—0,008‴ grosse, einkernige Zellen bei grobem Ausquetschen einer Drüse in schönen Folgen sich erhalten lassen. Wie *Donders* mit Recht angibt, enthal-

ten diese Zellen in der *Submaxillaris* und *Sublingualis* constant Schleim und auch eine grössere Zahl von Fettkörnchen und auch wohl Pigmentkörner, während in denen der *Parotis* der Schleim fehlt und auch die körnigen Bildungen seltener sind. Essigsäure trübt dort den Inhalt der Zellen und klärt dieselben auch im Ueberschusse nicht, wesshalb dieselbe zur Untersuchung nicht zu empfehlen ist, mehr das verdünnte Natron, das die Epithelzellen *in situ* erkennen lässt.

Die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen sind von einem Cylinderepithelium in einfacher Schicht ausgekleidet, dessen Zellen bis 0,016‴ Länge messen, der übrige Theil der Wand, der beim *Ductus Stenonianus* sehr dick ist, viel dünner bei den andern, hat einen festen derben Bau und besteht aus Bindegewebe mit vielen sehr dichten Netzen von feinen und mitteldicken elastischen Fasern. Nur beim *Ductus Whartonianus* zeigt sich nach aussen vom Epithel und einer Doppellage von elastischen Häuten, deren Elemente der Quere und der Länge nach ziehen, eine mit grosser Mühe nachweisbare und zu isolirende schwache Lage von glatten Muskeln, mit kurzen, nicht sehr zierlichen Kernen von 0,004—0,006‴, höchstens 0,008‴, welche Längsfaserschicht noch von einer Lage mit Bindegewebe mit elastischen Fäserchen bedeckt ist.

Die Gefässe der Speicheldrüsen sind sehr zahlreich und zeigen den gewöhnlichen Bau. Die Capillaren bilden weite Netze, in welche die Drüsenbläschen eingebettet sind, so dass jedes Bläschen von mehreren Seiten her Blut erhält, und messen 0,003—0,004‴. Auch an den Ausführungsgängen sind ziemlich viele Gefässe vorhanden. Saugadern finden sich in den Speicheldrüsen ebenfalls, doch ist ihr Verhalten im Innern unbekannt. Nerven treten vom *Plexus caroticus externus* aus mit den Gefässen ins Innere der Drüsen; ausserdem versorgt auch das *Ganglion linguale (Lingualis* und *Chorda tympani)* die zwei kleineren Drüsenpaare und der *Facialis* und wahrscheinlich der *Auricularis anterior* die *Parotis*. Mit Bezug auf die Ausbreitung dieser zahlreichen Nerven bemerke ich, dass es auch hier unmöglich ist, in den kleinsten Drüsenläppchen Nerven zu finden, wogegen man dieselben an den grösseren Gefässen und an den Ausführungsgängen leicht findet. Besonders zahlreiche Nervennetze von Fasern von 0,001—0,002‴ sah ich bei Thieren an den *Rivini*'schen Gängen. Beim Pferde fand *Donders* Theilungen und freie feine Ausläufer dunkelrandiger Nerven in der *Parotis* (l. c. Fig. III.).

Das Secret der Speicheldrüsen ist normal ohne geformte Bestandtheile, kann jedoch zufälliger Weise cylindrische Zellen der Ausführungsgänge oder einzelne, halb zersetzte Zellen aus den Drüsenbläschen enthalten. In seinen physikalischen und chemischen Eigenschaften ist dasselbe bei den verschiedenen Speichefdrüsen verschieden. Der Parotidenspeichel ist klar und flüssig und enthält keinen Schleimstoff, ebenso wenig als die Drüsenbläschen selbst. Das Secret der *Submaxillaris* enthält dagegen bei Thieren Schleim und ist fadenziehend, ebenso ist auch ein wässeriger Auszug der Drüse selbst nach *Bernard* schleimig; beim Menschen trifft man im geöffneten *Ductus Whartonianus* gewöhnlich eine Art Schleim in geringer Menge, der jedoch vorzüglich aus Cylinderepithel und zersetzten Epithelzellen der

Drüsenbläschen besteht, und nur in Minimo eine in Essigsäure gerinnende Substanz enthält, die vielleicht Schleim ist. In den Drüsenbläschen dagegen zeigt sich beim Ausquetschen derselben in der Regel ziemlich viel in Essigsäure fadig gerinnender Schleim, ebenso in den Epithelzellen derselben. Noch mehr Schleim enthalten die Bläschen der eigentlichen *Sublingualis*, ebenso zeigt der *Ductus Bartholinianus* solchen gewöhnlich deutlich, und was die *Rivini*'schen Gänge betrifft, so sind dieselben beim Menschen und bei Thieren mit demselben gelblichen, zähen, durch Essigsäure exquisit fadig gerinnenden, amorphen Schleime gefüllt, den man auch in den Gängen der kleinen Schleimdrüschen findet, während die Drüsenbläschen selbst ebenfalls den schönsten Schleim enthalten. — Diesem zufolge schliessen sich die Speicheldrüsen, mit Ausnahme der *Parotis*, sehr an die Schleimdrüsen der Mundhöhle an, und ist auf jeden Fall eine scharfe Trennung dieser verschiedenen Drüsen nichts weniger als gerechtfertigt.

Es ist hier der Ort, etwas von den Speichel- oder Schleimkörperchen der Autoren zu bemerken, rundlichen Zellen von 0,005''' Grösse, mit einem oder mehreren Kernen, welche so zu sagen constant, jedoch in sehr verschiedener Menge, in der Mundflüssigkeit sich finden und von den meisten Autoren aus den Schleim- oder Speicheldrusen abgeleitet werden, was jedoch aus dem Grunde von mir bezweifelt wurde, weil eine Untersuchung der beiderlei Drüsen und ihrer Ausführungsgänge mir nie geformte Bestandtheile in denselben zeigte. Nun behauptet aber Donders neulich, dass, wenn man nach rein ausgespültem Munde am Boden der Mundhöhle sauge oder denselben mit der Zungenspitze drücke, man Tropfen gewinne, welche sehr reich an Speichelkörperchen seien, so dass es mithin scheint, dass dieselben doch aus den hier befindlichen Drüsen stammen. Hierdurch wird jedoch immer noch nicht bewiesen, dass dieselben nicht auch in der Mundhöhle vom Epithel aus, d. h. nach Ablösung der oberflächlichen Schichten sich bilden können und ist auch ihr normales Vorkommen in den besagten Drüsen noch nicht dargethan.

Zur Untersuchung der Mundhöhlenschleimhaut sind vorzüglich senkrechte, an frischen oder in *Alcohol absolutus* erhärteten oder getrockneten Stücken gemachte Schnitte nöthig, an denen Papillen und Epithel sehr deutlich sind und durch ein sehr verdünntes kaustisches Natron noch klarer werden, wobei auch die tiefsten senkrechten Epithelzellen leicht zur Anschauung kommen. An macerirten Stücken studirt man die Papillen, oder, wenn man nur Lage und Form derselben kennen lernen will, an mit concentrirten kaustischem Kali behandelten senkrechten oder Flächenschnitten, an denen das Epithel durch das Reagens sich löst. Ebenso verfährt man bei den Zungenpapillen, deren Epithel übrigens häufig, namentlich bei den *Filiformes*, nicht mehr ganz getroffen wird. Die Nerven aller dieser Theile sieht man durch verdünntes kaustisches Natron noch am besten, manchmal dient auch Essigsäure. Die Zungenmuskulatur ist durch feine Präparation zu erforschen und gelangt man durch dieses Mittel schon sehr weit, namentlich an lange in Spiritus gelegenen, halb macerirten Zungen. Frische Zungen sind auch verwendbar, doch lange nicht so gut und ist es meist nöthig, dieselben so lange zu kochen, bis sie ganz weich sind. Um Schnitte für das Mikroskop zu gewinnen, kann man die Zunge trocknen oder in starkem Alkohol erhärten oder hart kochen. In allen drei Fällen ist das Natron sehr dienlich zur Aufhebung, obschon dasselbe die Muskelfasern allerdings etwas angreift. Zu empfehlen sind senkrechte Längs- und Querschnitte in verschiedenen Richtungen, namentlich auch durch die Drüsenregion. Von den Drüsen ist das Wichtigste bereits angegeben.

Literatur. *W. Bowman*, Art.: *Mucous membrane* in *Todd's Cyclopaedia of Anatomy, Apr.* 1842; *E. H. Weber*, Ueber die Schleimbälge und zusammengesetzten Drüsen der Zunge und über den Bau der *Parotis*, in *Meckel's* Arch. 1827, S. 276 u. 280; *A. Seba-*

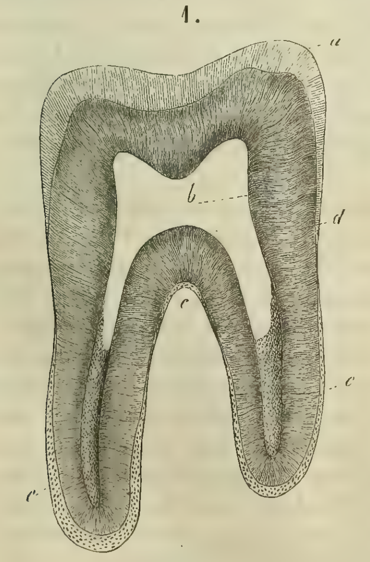
stian, *Recherches anatomiques*, *physiologiques et pathologiques sur les glandes labiales*, *Groningue* 1842; *Huxley*, *On the tonsillar follicles* in *Micr. Journ. Vol. II, p.* 74; *A. v. Szontágh*, Beitr. z. f. Anat. d. weichen Gaumens in Sitzungsber. d. Wien. Akad. März 1856; *Gauster*, Unters. ü. d. Balgdrüsen der Zengenwurzel, Wien 1857; *Donders*, *Bijdrage tot de Kennis van den bouw der Org. voor spijsvertering* etc., in *Ned. Lanc.* 1853. *Oct. Nov. p.* 295; *over de soogenoëmde Speekselbolletjes* in *Ned. Lanc.* 3. *Ser.* 5. *Jaarg. p.* 240; *Bernard*, *Rech. sur la struct. des gland. saliv.* in *Mém. de la soc. d. Biol. Tom. IV*; *C. J. Baur*, Ueber den Bau der Zunge, in *Meckel's* Archiv 1822, S. 350; *P. N. Gerdy*, *De la structure de la langue*, in *Recherches d'anatomie, de physiologie et de pathologie*, *Paris* 1823; *P. F. Blandin*, *Sur la structure de la langue*, in *Archiv. génér. de médecine* 1828; *J. Zaglas*, *On the muscular structure of the tongue of man and certain of mammalia*, in *Annals of Anatomy and Physiology ed. by J. Goodsir* 1850, *I. p.* 1; *H. Hyde Salter*, Art.: *Tongue*, in *Todd's Cyclopaedia of Anatomy, IV. Jun. and Sept.* 1850; *C. B. Brühl*, Ueber den Bau der Zunge der Haussäugethiere, in: Kleine Beiträge zur Anatomie der Haussäugethiere. Wien 1850, S. 1—6; *Sappey*, Ueber die Lymphgefässe der Zunge, in *Compt. rend.* 1847, p. 26 und Fror. Not. 1848, VI. p. 88. — *Waller*, in den *Philosophical transactions* 18; *H. Sachs*, *Obs. de linguae struct. penit. Diss. Vratisl.* 1856; *C. Fixsen*, *De linguae raninae textura. Dorp.* 1857. *Diss.*; *S. Stricker*, Unt. ü. d. Papillen in der Mundhöhle von Froschlarven, Sitzungsber. d. Wien. Acad. Oct. 1857; *Th. Billroth*, Ueber die Epithelialzellen und die Endigungen der Muskel- und Nervenfasern in der Zunge, in Deutsch. Klinik 1857. Nr. 21 und in *Müll.* Arch. 1858, p. 159. — Ausserdem vergleiche man die anatomischen Werke von *E. H. Weber*, *Valentin* (im Handw. d. Phys.), *Todd-Bowman*, *Henle*, *Arnold*, *Huschke*, *Krause*, *Sappey* und mir, die Abbildungen von *Berres*, *Arnold*, *Langenbeck*, *Ecker*, *Beau* und *Bonamy*.

D. Von den Zähnen.

§. 140.

Die Zähne, *Dentes*, sind harte, in die Alveolarfortsätze der Kiefer eingefügte Organe, die, obschon in ihrem Bau den Knochen zum Theil ganz gleich, zum Theil nahe verwandt, doch ihrer Entwickelung zufolge als Schleimhautgebilde anzusehen sind.

An jedem Zahn unterscheidet man den eigentlichen Zahn und die Weichgebilde. Der erstere zerfällt



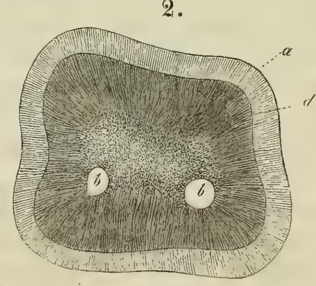


Fig. 194.

Fig. 194. Backzahn des Menschen, etwa 5mal vergr. 1. Der Länge, 2. der Quere nach durchschnitten, *a*. Schmelz, *b*. Pulpahöhle, *c*. Cement, *d*. Elfenbein mit den Zahncanälchen.

in einen freien Theil, die Krone, *Corona*, und die in der Zahnhöhle befindliche ein- oder mehrfache Wurzel, *Radix*, über deren verschiedene Formen die Handbücher der Anatomie zu befragen sind, und enthält im Innern eine kleine Höhle, die Zahnhöhle, *Cavum dentis*, die, canalartig verlängert, *Canalis dentalis*, auch in die Wurzeln sich erstreckt und an der Spitze einer jeden mit einer einfachen, selten doppelten (*Havers*, *Raschkow*) feinen Oeffnung ausgeht. Zu den Weichtheilen gehört einmal das Zahnfleisch, *Gingiva*, eine härtliche, von der Schleimhaut und dem Kieferperioste zugleich gebildete Masse, die die untere Hälfte der Krone oder den Hals des Zahnes, *Collum*, umgibt, zweitens das Periost der Zahnhöhle, das den Zahn sehr fest mit der Alveole verbindet, endlich der Zahnkeim, *Pulpa dentis*, eine weiche, gefäss- und nervenreiche Masse, die die Zahnhöhle erfüllt und durch die Oeffnung an der Wurzel mit dem erwähnten Perioste zusammenhängt.

Der eigentliche Zahn (Fig. 194) besteht aus drei verschiedenen Geweben: 1) dem Zahnbeine, welches die Hauptmasse des Zahnes ausmacht und im Allgemeinen dessen Form bestimmt, 2) dem Schmelz, der einen ziemlich dicken Ueberzug an der Krone bildet, und 3) dem Cement, das die Wurzel äusserlich überzieht.

§. 141.

Das Zahnbein oder Elfenbein, *Substantia eburnea, Ebur, Dentine* der Engländer (Fig. 185. *d*), ist gelblichweiss, auf dünnen Schnitten eines frischen Zahnes durchscheinend bis durchsichtig, getrocknet durch Luftaufnahme in ein besonderes Canalsystem weiss, mit Atlas- oder Seidenglanz. An Härte und Sprödigkeit übertrifft dasselbe die Knochen bedeutend und ebenso das Cement, steht jedoch wiederum dem Schmelze nach. Dasselbe begrenzt mit Ausnahme einer ganz kleinen Stelle an der Wurzel das *Cavum dentis* ganz allein und liegt an einem unversehrten nicht abgeschliffenen Zahne nirgends zu Tage, indem es auch am Halse desselben, wenn auch nur von dünnen Lagen von Schmelz und da, wo derselbe aufhört, von Cement überzogen ist.

Das Zahnbein besteht aus einer Grundsubstanz und vielen in derselben verlaufenden Röhrchen, den Zahnröhrchen, Zahncanälchen, *Canaliculi dentium*. Die erstere ist an frischen Zähnen auch in den feinsten Schliffen ganz homogen, ohne Spur einer Zusammensetzung aus Zellen, Fasern oder andern Elementen. Nach dem Ausziehen der Kalksalze des Zahnbeines zeigt dieselbe dagegen eine grosse Geneigtheit parallel den Zahnröhrchen in gröbere Fasern zu zerreissen, von denen dann auch feine Fasern von 0,002—0,003''' Breite sich abtrennen lassen, welche jedoch schon durch ihre unregelmässige Gestalt als Kunstproducte sich kundgeben und in der That ihre Entstehung einzig dem Umstande verdanken, dass die Zahnröhrchen alle dicht beisammen und einander parallel durch das Elfenbein verlaufen. Die Grundsubstanz ist in allen Theilen des Elfenbeines, jedoch nicht überall in gleicher Menge vorhanden. Im Allgemeinen ist sie in der Krone spärlicher als in der

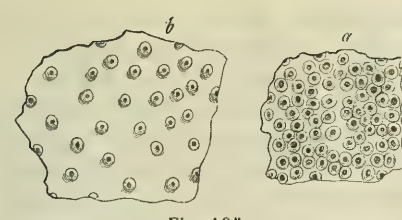


Fig. 195.

Wurzel und gegen die Zahnhöhle zu in geringerer Menge vorhanden als in den äusseren an Schmelz und Cement grenzenden Theilen.

Die Zahncanälchen (Fig. 195, 196) sind mikroskopische 0,0006—0,001‴, an der Wurzel zum Theil bis 0,002‴ weite Röhrchen, welche mit freien Mündungen an der Wand der Zahnhöhle beginnen und durch die ganze Dicke des Zahnbeines bis an den Schmelz und das Cement verlaufen. Ein jedes Canälchen hat eine besondere, in ihrer Dicke dem Durchmesser desselben nachstehende Wand, die nur an querdurchschnittenen Canälchen, jedoch auch da nicht immer, als ein schmaler gelblicher Ring um sein Lumen zu erkennen ist, an Längsansichten dagegen dem Blicke fast ganz sich entzieht. Im Leben enthalten die Canälchen einen hellen, wahrscheinlich flüssigen Inhalt und sind daher an frischen Präparaten nicht so leicht zu sehen; anders in trocknen Schliffen, wo sie mit Luft sich füllen und einzeln bei durchfallendem Lichte als schwarze Linien, bei Beleuchtung von oben als silberglänzende Fäden sich kund geben. Der ungemein grossen Zahl der Canälchen wegen, die an vielen Orten so bedeutend ist, dass dieselben mit ihren Wänden sich fast berühren, erscheinen auch trockene Schliffe milchweiss und sind, wenn sie nicht ganz dünn sind, für die mikroskopische Untersuchung unbrauchbar, ausser wenn durch Zusatz einer beliebigen hellen, nicht zähen Flüssigkeit die Luft aus den Canälchen vertrieben wird.

Der Verlauf der Zahncanälchen zeigt gewisse constante Verhältnisse, die am besten

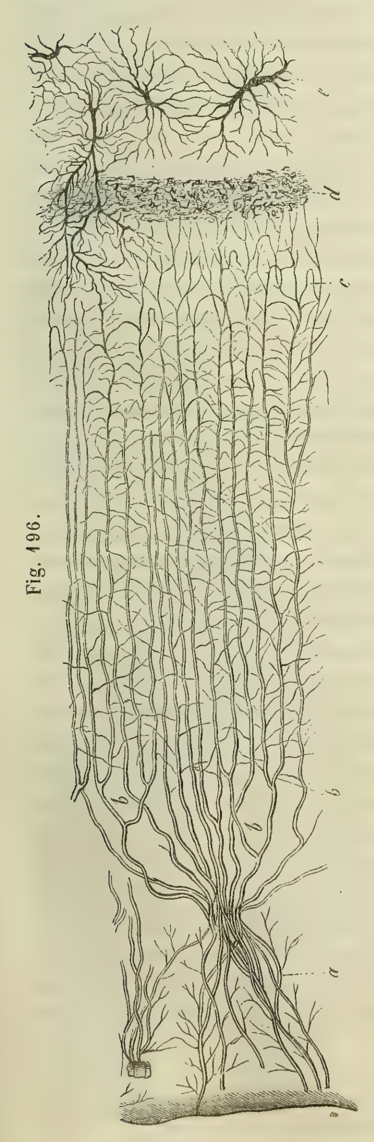


Fig. 196.

Fig. 195. Querschnitt von Zahncanälchen, so wie man sie gewöhnlich sieht, 450mal vergr. *a.* Canälchen sehr dicht stehend, *b.* dünner.

Fig. 196. Zahncanälchen der Wurzel, 350mal vergr. *a.* Innere Oberfläche des Zahnbeines mit spärlichen Röhren. *b.* Theilungen derselben. *c.* Endigungen mit Schlingen. *d.* Körnige Schicht bestehend aus kleinen Zahnbeinkugeln an der Grenze des Zahnbeines. *e.* Knochenhöhlen, eine mit Zahncanälchen anastomosirend. Vom Menschen.

aus den Figg. 194 und 198 sich entnehmen lassen, und ist nicht geradlinig, sondern wellenförmig, genauer bezeichnet spiralig *(Welcker)*; ausserdem zeigen dieselben auch noch zahlreiche Verästelungen und Anastomosen. Ein jedes Canälchen beschreibt in der Regel 2 oder 3 grosse Ausbiegungen und eine sehr grosse Zahl (bis auf 200 auf 1‴ *Retzius*) kleine Krümmungen, die bald stärker, bald schwächer ausgesprochen sind, hie und da selbst als winkliche Knickungen oder spiralige Windungen erscheinen. Die Verästelungen der Canälchen (Fig. 196. 197) zeigen sich einmal als Theilungen und dann als wirkliche Abzweigungen. Die ersten finden sich sehr häufig nahe am Ursprunge der Röhrchen aus der Zahnhöhle und sind fast immer Bifurcationen, so dass ein Canälchen unter einem spitzen Winkel in zwei demselben an Lumen fast gleichkommende zerfällt. Diese Theilungen können sich im Ganzen 2 bis 5 Male, ja noch öfter wiederholen, so dass schliesslich aus einem einzigen Canälchen, 4, 8, 16 und noch mehr hervorgehen. Die nach diesen Theilungen schon engeren Canälchen laufen dann ziemlich parallel und nahe beisammen gegen die Oberfläche des Zahnbeines hin und bieten mit Ausnahme der Wurzeln erst in der äussern Hälfte oder im äussern Drittheil wieder Ramificationen dar, die an der Wurzel mehr als feine von den Hauptröhrchen abgehende Zweige, an der Krone als gabelige Theilungen ihrer Enden erscheinen. Im letztern Falle sind dieselben meist spärlich, anders im ersten, wo die meist dicht beisammenstehenden und unter rechten oder spitzen Winkeln von den Canälchen abtretenden Aeste denselben bald das Bild einer Feder, bald eines Pinsels geben, letzteres namentlich dann, wenn die Zweige länger sind und noch weiter sich verästeln. Je nach der Zahl der Verästelungen sind die Enden der Zahnröhrchen mehr oder weniger fein, häufig so sehr, dass sie nur noch als feinste, blasse Linien, wie Bindegewebsfibrillen, erscheinen und schliesslich dem Blicke sich entziehen. Wo dieselben deutlich sind, verlieren sie sich entweder an der Oberfläche des Zahnbeins zum Theil in einer später zu beschreibenden körnigen Schicht, oder sie gehen in die innersten Theile des Schmelzes und Cementes hinein oder endlich sie hängen noch im Zahnbein je zu zweien schlingenförmig zusammen (Endschlingen der Zahncanälchen). Die Zweige der Hauptcanälchen sind fast immer sehr fein, meist einfach, auch wohl verästelt und dienen, wie sich am schönsten an der Wurzel nachweisen lässt, wo dieselben ungemein zahlreich sind, um benachbarte oder auch entfernter stehende Canälchen zu verbinden, welche Anastomosen entweder als einfache Querbrücken oder als Schlingen auftreten. Die letzten Zweige verhalten sich wie die gabelförmigen oder einfachen Enden der Hauptcanälchen und enden entweder im Zahnbein frei oder mit Schlingen oder gehen über dasselbe hinaus.

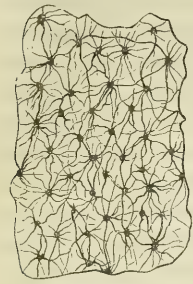


Fig. 197.

Fig. 197. Querschnitt durch die Zahncanälchen der Wurzel *a*, um ihre ungemein zahlreichen Anastomosen zu zeigen, 350mal vergr. Vom Menschen.

In frischen Zähnen fand *Pepys* 28 Knorpel-, 62 anorganische Substanz, 10 Wasser und Verlust, und nach *Tomes* verlieren Zähne nach Entfernung der Pulpa beim Trocknen $1/8$—$1/17$ an Gewicht. Die organische Grundlage der Zähne, die bei Behandlung derselben mit Salzsäure leicht erhalten werden kann, ist derjenigen der Knochen ganz identisch und verwandelt sich beim Kochen leicht in Leim. Nach *Hoppe* (l. c.) gibt der innere Theil des Zahnbeines des Schweines beim Kochen nur wenig *Glutin*, und bleiben namentlich die Zahnbeinkugeln (siehe unten) ungelöst. Dieser sogenannte Zahnknorpel behält zugleich ganz die Form des Zahnbeins, und abgesehen davon, dass die Röhrchen schwer zu sehen sind, auch seinen innern Bau. Macerirt man denselben in Säuren oder Alkalien, bis er ganz weich wird, so findet man die Grundsubstanz in Auflösung begriffen, dagegen die Zahnröhrchen mit ihren Wänden noch erhalten und leicht in Menge zu isoliren (s. m. Mikr. Anat. II. 2. S. 61. Fig. 189). Bei noch längerer Maceration löst sich alles auf. Eben so isoliren sich auch die Zahnröhrchen nach lange fortgesetztem Kochen des Zahnknorpels *(Hoppe)*. Glüht man Zähne, so bleiben die anorganischen Theile ebenfalls in der Form des Zahnes zurück, ebenso wenn man dieselben mit kaustischen Alkalien behandelt. Mithin ist beim Zahnbein wie beim Knochen, mit dem es in seiner chemischen Zusammensetzung so sehr übereinstimmt, eine innige Mengung der anorganischen und organischen Theile vorhanden.

Die scheinbaren Wandungen der Zahnröhrchen, die man an Querschnitten gewöhnlich sieht (Fig. 195), sind nicht die wirklichen Wandungen der Canälchen, sondern Ringe, die dadurch entstehen, dass man an den nie ganz feinen Schliffen die Canälchen immer in einer gewissen Länge sieht, was bei ihrem gebogenen Verlauf den Wandungen eine grössere Dicke gibt, als sie besitzen. Bringt man an einem Querschnitt genau die Mündungen der Canälchen in den Focus, so nimmt man statt des dunklen Ringes nur einen gelblichen, ganz schmalen Saum wahr und diesen halte ich für die wirkliche Wand. Dass dem so ist, lehren Quer- und schiefe Schnitte mit Flüssigkeit gefüllter Canälchen, an denen man kurze gelbliche Röhrchen und kleine Ringe von fast demselben Durchmesser wie die *Lumina* der Röhrchen deutlich erkennt.

Das Zahnbein zeigt nicht selten Andeutungen einer Schichtung, die an Längsschnitten in Gestalt von bogenförmigen, den Umrissen der Krone mehr oder weniger parallel laufenden, verschieden dicht, oft ganz nahe beisammenstehenden Linien (Fig. 198), an Querschnitten als Ringe erscheinen und besonders in der Krone deutlich sind. Diese, von *Owen*

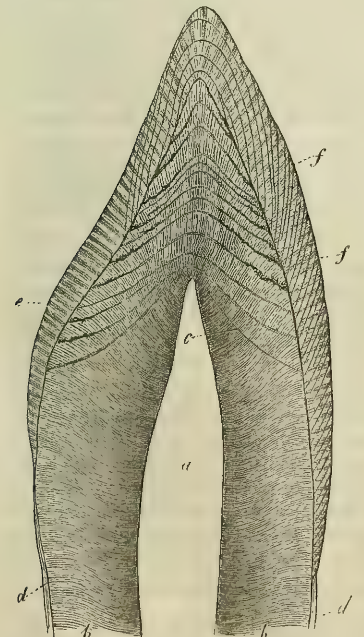


Fig. 198.

Fig. 198. Spitze eines Schneidezahnes in senkrechtem Durchschnitt, 7mal vergr. *a*. Pulpahöhle. *b*. Elfenbein. *c*. Bogenförmige Contourlinien mit Interglobularräumen. *d*. Cement. *e*. Schmelz mit Andeutung des Verlaufes der Fasern in verschiedenen Richtungen. *ff*. Farblinien des Schmelzes. Vom Menschen.

sogenannten Contourlinien, sind von den von *Schreger* bemerkten, der Pulpahöhle genau parallel laufenden, schillernden, undeutlich begrenzten Streifen, die von den Hauptbiegungen der Zahnröhrchen herrühren, verschieden, und der Ausdruck der schichtenweisen Ablagerung des Zahnbeines. Bei Thieren sind dieselben mitunter ausnehmend schön, namentlich bei Cetaceen und Pachydermen (Zeuglodon, Dugong, Elephant), auch beim Wallross, und hier beobachtet man dann auch sehr häufig an fossilen Zähnen ein Zerfallen des Elfenbeins in Lamellen *(Owen)*, wovon auch Andeutungen beim Menschen an frischen Zähnen und beim Zahnknorpel sich finden.

An der Krone gehen die Zahncanälchen nicht selten etwas in den Schmelz hinein und erweitern sich hie und da zu grösseren Höhlungen (Fig. 202), die wohl mehr als pathologisch anzusehen sind. Ebenfalls nicht ganz gesetzmässige Bildungen sind die Interglobularräume im Zahnbeine selbst (Fig. 199). Mit diesem Namen bezeichnet *Czermák* sehr unregelmässige, von kugligen Vorsprüngen des Zahnbeins begrenzte Höhlungen, die so zu sagen in keinem Zahne ganz fehlen. In der Krone zeigen sich dieselben am häufigsten in der Nähe des Schmelzes und bilden oft eine längs der ganzen innern Schmelzfläche sich erstreckende, dünne gebogene Lage, die, genauer angesehen, aus vielen, die Enden der Contourlinien einnehmenden dünnen Lagen besteht (Fig. 198), doch kommen sie auch weiter einwärts vor, jedoch immer (auf Längsschliffen) in Linien, welche den Contourlinien entsprechen. Die Räume selbst sind hier bald sehr ausgedehnt und viele Zahncanälchen durchsetzend oder in ihrem Laufe unterbrechend, bald ganz klein, so dass nur einige wenige Röhrchen von ihnen getroffen werden. Im ersteren Falle ergeben sich die Begrenzungen derselben deutlich als kugelige Hervorragungen von 0,002—0,012''' und darüber, die ganz von demselben Ansehen wie das Zahnbein und auch von Zahncanälchen durchbohrt, offenbar nichts als Theile derselben sind, während im letzteren solche ,,Zahnbeinkugeln'', wie ich sie nennen will, nicht immer deutlich sind. Namentlich gilt dies von den kleinsten Räumen, die ihrer zackigen Gestalt und der auch mit ihnen in Verbindung stehenden Zahnröhrchen wegen für Knochenkörperchen im Zahnbein gehalten werden könnten und auch schon so aufgefasst wurden, doch gelingt es auch bei diesen, wenigstens in der Krone, fast immer ihre Uebereinstimmung mit den grösseren Räumen zu erkennen. Schwieriger ist dies an der Wurzel, wo kleinere Interglobularräume und Kugeln eine körnige Schicht (*granular layer*, *Tomes*) bilden, die oft wie eine Lage kleiner Knochenhöhlen oder einfacher Körner aussieht. Wirkliche Knochenhöhlen habe ich in normalem Zahnbein nur selten und immer nur an der Cementgrenze gesehen (Fig. 196), dagegen kommen Interglobularräume und Zahnbeinkugeln auch im Innern des Zahnbeines der Wurzel und besonders schön an den Wänden der Zahnhöhle vor, an welch letzterem Orte die Kugeln oft schon von blossem Auge sichtbare Unebenheiten, ja selbst tropfsteinartige Bildungen erzeugen. Die Interglobularräume, die beim sich bildenden Zahn normal sind, enthalten im Leben kein Fluidum, wie man auf den ersten Blick glauben könnte, sondern eine weiche, mit dem Zahnknorpel übereinstimmende und ganz wie Zahnbein gebildete Substanz mit Röhrchen, die auffallender Weise bei langer Maceration in Salzsäure resistenter ist als die Grundsubstanz des wirklich verknöcherten Zahnes und deswegen gerade wie die Zahnröhrchen sich vollständig isoliren lässt. An Schliffen trocknet diese ,,Interglobularsubstanz'' meist so ein, dass ein *Cavum* entsteht, welches Luft aufnimmt und eigent-

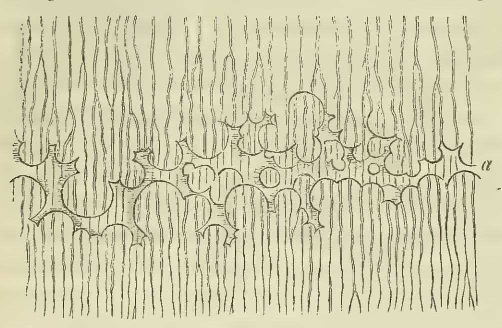


Fig. 199.

Fig. 199. Ein Stückchen Zahnbein mit Zahnbeinkugeln und lufterfüllten Räumen (Interglobularräumen) zwischen denselben, 350mal vergr.

lich kann nur an solchen von Interglobularräumen die Rede sein. Manche Zähne zeigen zwar keine Interglobularsubstanz, wohl aber noch theilweise die Umrisse von Zahnbeinkugeln in Form zarter bogenförmiger Linien (*Owen's dentinal cells*).

Ein Zahnbein mit Haversischen Canälen, sogenante *Vasodentine Owen*, wie es bei vielen Thieren vorkommt, findet sich beim Menschen sehr selten, und ist mir nur ein von *Tomes* beobachteter Fall bekannt (l. c. p. 225), in welchem die Gefässcanäle zahlreicher waren, dagegen sieht man hie und da im Zahnbein, das bei Oliteration der Pulpahöhle sich bildet, neben mehr unregelmässigen Zahnröhrchen einzelne Haversische Canäle und rundliche Höhlungen, die wie Knochenkörperchen sich ausnehmen, sogenannte *Osteodentine Owen*.

Tomes beschreibt neulich in den Zahncanälchen weiche Fasern, von denen er annimmt, dass sie mit der Pulpa zusammenhängen und vermuthet, dass sie Nervenröhren seien und die Sensibilität des Zahnes vermitteln. Sollten diese Fasern etwas anderes als die von mir isolirten Zahncanälchen seien, was mir vorläufig nicht demonstrirt zu sein scheint, so würde ich dieselben einfach dem Inhalt der Knochenzellen gleichsetzen, ohne an eine Verbindung mit Nerven zu denken.

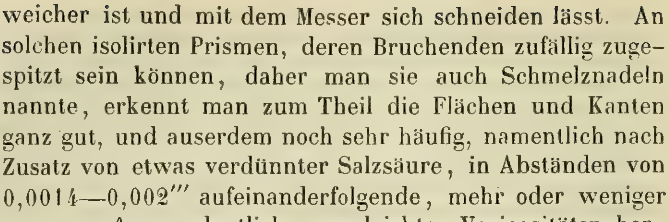
§. 142.

Der Schmelz, *Substantia vitrea*, das Email, überzieht als eine zusammenhängende Schicht die Krone der Zahnes, ist an der Kaufläche und in der Nähe derselben am mächtigsten und nimmt gegen die Wurzel immer mehr ab, bis er schliesslich und zwar an den einander zugewendeten Flächen der Kronen früher, später an den inneren und äusseren Seiten derselben mit einem bald scharfen, bald leicht zackigen Rande ganz dünn ausläuft. Die äussere Fläche des Schmelzes erscheint glatt, besitzt jedoch fast immer zarte, dicht beisammenstehende Querleistchen, neben denen auch stärker ausgeprägte ringförmige Wülste vorkommen können. Ein zartes, von *Nasmyth* entdecktes Häutchen, das ich Schmelzoberhäutchen nennen will, deckt denselben ganz zu, ist jedoch so innig mit ihm verbunden, dass es nur durch Anwendung von Salzsäure nachzuweisen ist. Eine ähnliche Haut soll nach *Berzelius* und *Retzius* zwischen der innern meist unebenen Oberfläche des Schmelzes und dem Zahnbeine sich befinden, konnte jedoch von mir nicht gefunden werden. Der Schmelz ist bläulich, auf dünnen Schliffen durchscheinend, viel spröder und härter als die andern Substanzen des Zahnes, so dass er vom Messer kaum angegriffen wird und mit dem Stahle Funken gibt (*Nasmyth*). In chemischer Beziehung kann derselbe einer Knochensubstanz mit einem Minimum von organischer Substanz, die jedoch nach *Hoppe* nicht zum leimgebenden Gewebe gehört vielmehr mit der Substanz der Epithelien übereinstimmt, verglichen werden.

Der Schmelz besteht, wie schon sein faseriger Bruch andeutet, durch und durch aus den sogenannten Schmelzfasern oder Schmelzprismen (Fig. 240), meist 5 oder 6eckigen, jedoch nicht ganz regelmässigen, langen, 0,0015—0,0022''' breiten soliden Prismen, die im Allgemeinen durch die ganze Dicke des Schmelzes sich erstrecken und mit einer Endfläche auf dem Zahnbeine, mit der andern an der Umhüllungshaut des Schmelzes ruhen. An Zähnen von Erwachsenen sind diese Elemente in der Quer- und Längsansicht sehr leicht zu sehen, dagegen kaum in grösserer Länge zu isoliren, anders an jungen oder in der Bildung begriffenen Zähnen, wo der Schmelz noch viel



Fig. 200.



weicher ist und mit dem Messer sich schneiden lässt. An solchen isolirten Prismen, deren Bruchenden zufällig zugespitzt sein können, daher man sie auch Schmelznadeln nannte, erkennt man zum Theil die Flächen und Kanten ganz gut, und auserdem noch sehr häufig, namentlich nach Zusatz von etwas verdünnter Salzsäure, in Abständen von 0,0014—0,002''' aufeinanderfolgende, mehr oder weniger deutliche, von leichten Varicositäten herrührende Querstreifen, die den Fasern eine gewisse Aehnlichkeit mit Muskelfasern oder noch besser mit colossalen Muskelfibrillen geben und auf keinen Fall der Ausdruck der Zusammensetzung derselben aus Zellen sind. Lässt man die Salzsäure mehr einwirken, so werden die Fasern bald ganz blass, die Querstreifung geht verloren und es bleibt nichts als ein zartes Gerüste der früheren soliden Fasern übrig, in dem man oft deutlich eine Röhre zu erkennen glaubt. Schliesslich zerfällt auch diese durch die Einwirkung der Säure fast ganz, woher es kommt, dass an mit Salzsäure behandelten Zähnen vom Schmelze fast nichts übrig bleibt, und derselbe nicht wie das Zahnbein seine Form erhält.

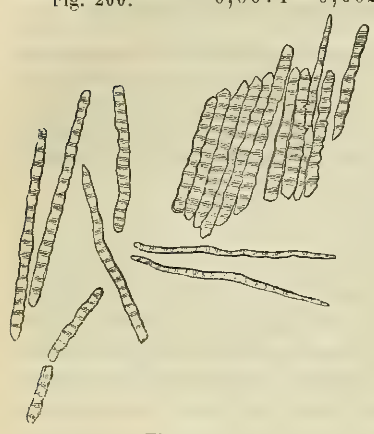


Fig. 201.

Die Zusammenfügung der Schmelzfasern geschieht ohne eine sichtbare Zwischensubstanz und ist eine sehr innige. Davon, dass zwischen den Schmelzfasern constant Canälchen sich finden, habe ich mich noch nicht überzeugen können, doch gibt es allerdings nicht selten im Schmelz Höhlungen verschiedener Art. Ich rechne zu denselben 1) die oben erwähnten Fortsetzungen der Zahncanälchen in den Schmelz hinein und die durch Erweiterung solcher entstandenen länglichen Höhlungen an der Zahnbeingrenze (Fig. 202. c), und 2) spaltenförmige Lücken in den mittleren und äusseren Theilen des Schmelzes (Fig. 202), die mit den vorigen nicht zusammenhängen, in keinem Schmelz ganz fehlen, und oft in überaus grosser Zahl als engere oder weitere, jedoch nie mit Luft gefüllte Spalten vorhanden sind.

Der Verlauf der Schmelzfasern ist im Allgemeinen wie bei den Zahnröhrchen der Krone, jedoch sind stärkere Biegungen derselben nur an der Kaufläche zu finden. Auch scheinen nicht alle Schmelzprismen durch die ganze Dicke des Schmelzes sich zu erstrecken, obschon dies für die meisten gewiss ist. Eigenthümlich sind auch Kreuzungen der Schmelzprismen, die in den Ebenen der Zahnquerschnitte in der Weise statt haben, dass nicht ein-

Fig. 200. Oberfläche des Schmelzes mit den Enden der Schmelzfasern, 350mal vergr. Vom Kalbe.

Fig. 201. Bruchstücke von Schmelzfasern nach sehr geringer Einwirkung von Salzsäure isolirt, 350mal vergr. Vom Menschen.

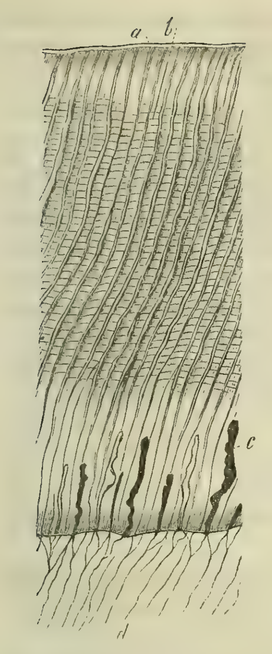


Fig. 202.

zelne Fasern, sondern ganze gürtelförmige Lagen derselben, entsprechend feinen, auch äusserlich sichtbaren ringförmigen Linien, von 0,08—012‴ Dicke in ganz verschiedenen, bei jeder Lage ringsherum gleich bleibenden Richtungen vom Zahnbeine bis zur äusseren Oberfläche des Schmelzes ziehen, was senkrechten Schmelzschliffen, namentlich nach Befeuchtung derselben mit Salzsäure, ein eigenthümliches streifiges Ansehen gibt (Fig. 198), indem an solchen abwechselnd dunklere Querschnitte und hellere Längsansichten der Prismen zum Vorschein kommen. Auch an der Kaufläche kommen solche Kreuzungen constant vor und verlaufen hier die Schmelzlagen im Allgemeinen ringförmig, so dass sie an Backzähnen Kreise, an Schneidezähnen Ellipsen beschreiben, doch scheinen allerdings gegen die Mitte der Kaufläche Unregelmässigkeiten vorzukommen, die sich noch nicht enträthseln liessen. — Nicht zu verwechseln mit den farblosen Streifen, die diese Lagerungsverhältnisse der Schmelzfasern andeuten, sind gewisse bräunliche Linien oder farbige Streifen, die die Richtung der Fasern verschiedentlich kreuzen und an senkrechten Schnitten als schief aufsteigende Linien oder Bögen (Fig. 198) an Querschnitten als Kreise in den äussern Schmelzlagen selten durch den ganzen Schmelz erscheinen, Linien, die ich als den Ausdruck der schichtenweisen Bildung des Schmelzes betrachte.

Das Schmelzoberhäutchen ist eine 0,0004—0,0008‴ dicke, an der dem Schmelz zugewendeten Fläche häufig mit kleinen die Enden der Schmelzfasern aufnehmenden Grübchen versehene, verkalkte structurlose Membran, die durch ihre grosse Widerstandsfähigkeit gegen chemische Agentien sich auszeichnet und so zu einem trefflichen Schutze der Zahnkronen wird. Dieselbe verändert sich beim Maceriren in Wasser nicht und löst sich ebensowenig beim Kochen in Wasser, concentrirter Essigsäure, Salzsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure, nur wird sie in letzterer gelb. In kohlensauren Alkalien und kaustischem Ammoniak bleibt sie unverändert. Mit kaustischem Kali und Natron gekocht wird sie weiss und etwas aufgelockert, bleibt aber zusammenhängend; das Kali gibt durch Salzsäure eine schwache Trübung, die bei mehr Salzsäure verschwindet. Das Schmelzoberhäutchen verbrennt unter ammoniakalischem Geruch und gibt eine kalkhaltige schwammige Kohle.

Davon, dass die vom Elfenbein in den Schmelz eindringenden Canälchen wirklich besondere Canälchen sind, hat sich *Tomes* mit Bestimmtheit überzeugt und kann man

Fig. 142. Zahnbein und Schmelz vom Menschen, 350mal vergr. *a.* Schmelzoberhäutchen. *b.* Schmelzfasern mit Spalten zwischen denselben und Querlinien. *c.* Grössere Höhlungen im Schmelz. *d.* Elfenbein.

wie ich aus seinem Munde weiss, dieselben ebenso gut, wie die Röhrchen des Zahnbeins isoliren. Bei manchen Säugern sind nach *Tomes* diese Bildungen ausgezeichnet schön entwickelt.

§. 143.

Das Cement oder der Zahnkitt, *Substantia osteoidea* (Fig. 194), ist eine Rinde ächter Knochensubstanz, die die Zahnwurzeln überzieht und bei mehrwurzeligen Zähnen nicht selten untereinander verkittet. Derselbe beginnt als eine ganz dünne Lage da, wo der Schmelz aufhört, so dass er einfach an denselben angrenzt oder ein wenig über ihn herübergreift, wird im Abwärtssteigen dicker und erreicht endlich an dem Wurzelende und der Alveolarfläche der Backzähne zwischen den Wurzeln seine grösste Mächtigkeit. Seine innere Fläche verbindet sich beim Menschen ohne eine Zwischensubstanz sehr innig mit dem Zahnbein, so dass öfter, wenigstens bei stärkeren Vergrösserungen, die Grenze beider Substanzen nicht ganz scharf ist. Die äussere Seite wird vom Perioste der Alveolen sehr genau, vom Zahnfleische minder fest umgeben und ist, nach Ablösung dieser Weichtheile, meist uneben, oft ringförmig gestreift. Das Cement ist die mindestharte der 3 Zahnsubstanzen und chemisch den Knochen fast gleich.

Durch Säuren werden dem Cement die Erdsalze leicht entzogen und es bleibt ein weisser Knorpel zurück, der leicht vom Zahnbein sich ablöst und beim Kochen gewöhnlichen Leim gibt.

Das Cement besteht wie die Knochen aus einer Grundsubstaz und aus Knochenhöhlen, enthält jedoch nur selten Haversische Canäle und Gefässe. Ausserdem finden sich häufig besondere Canälchen, ähnlich denen des Zahnbeins und noch andere mehr abnorme Höhlungen.

Die Grundsubstanz ist bald granulirt, bald in der Querrichtung streifig, bald mehr amorph, ausserdem häufig geschichtet wie Knochen. Die Knochenhöhlen besitzen alle wesentlichen Eigenschaften derer der Kno-

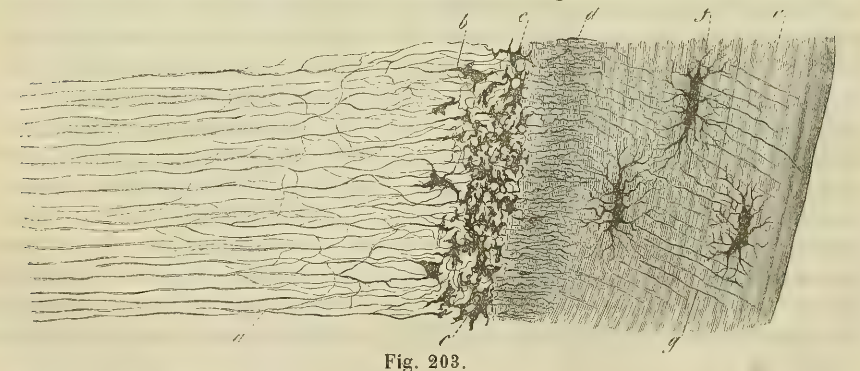


Fig. 203.

chen, so dass eine ausführliche Beschreibung derselben umgangen werden

Fig. 203. Elfenbein und Cement von der Mitte der Wurzel eines Schneidezahnes. *a.* Zahnröhrchen, *b.* Interglobularräume, wie Knochenhöhlen sich ausnehmend. *c.* Feinere Interglobularräume *d.* Anfang des Cementes mit vielen dichtstehenden Canälchen. *e.* Lamellen desselben. *f.* Lacunen. *g.* Canälchen. 350mal vergr. Vom Menschen.

kann. Was sie auszeichnet, ist einzig ihre sehr wechselnde Zahl, Gestalt und Grösse (0,005 — 0,02‴, selbst 0,03‴) und die ungemeine Zahl und Länge (bis 0,03‴) ihrer Ausläufer. Die meisten sind länglichrund und der Längsaxe der Zähne parallel, andere rundlich oder birnförmig. Am bemerkenswerthesten sind diejenigen, die bei einer sehr in die Länge gezogenen Gestalt, eine enge canalartige Höhlung besitzen (Fig. 106), weil bei diesen eine bedeutende Aehnlichkeit mit den Zahncanälchen nicht zu verkennen ist. Die Ausläufer erscheinen oft wie Federn und Pinsel und dienen, wenn die Höhlen nicht isolirt stehen, sowohl zur Verbindung der Knochenhöhlen untereinander, als zur Anastomosenbildung mit den Enden der Zahncanälchen. In den dünnsten Theilen des Cementes, gegen die Krone hin, fehlen die Knochenhöhlen ohne Ausnahme ganz; die ersten treten in der Regel gegen die Mitte der Wurzel auf, sind jedoch anfangs noch spärlich und vereinzelt, bis sie gegen das eigentliche Ende derselben immer zahlreicher werden und dann auch nicht selten sehr regelmässig, wie in den äussern Lagen der Röhrenknochen, reihenweise in den Cementlamellen drin liegen und ihre meisten Ausläufer nach innen und nach aussen senden, was eine gleichmässige feine Querstreifung des Cementes bewirkt. Breitere Cementlagen alter Zähne haben ungemeine Mengen von Lacunen, doch sind dieselben einem guten Theile nach sehr unregelmässig, namentlich von der langgestreckten Form. — Manche Knochenhöhlen sind einzeln oder in Gruppen von sehr deutlichen hellgelblichen, leicht buchtigen Säumen halb oder ganz umgeben, die vielleicht zu den Zellen in Bezug stehen, aus denen die Höhlen sich bilden.

Haversische Canäle kommen in jungen Zähnen bei normaler Dicke des Cementes nicht vor, sind dagegen in alten Zähnen, namentlich Backzähnen, und bei Hyperostosen eine ganz gewöhnliche Erscheinung. Sie dringen zu 1—3 und mehr von aussen in das Cement, verästeln sich zwei- bis dreimal und enden dann blind. Ihre Weite ist zu gering (0,004—0,01‴), um ausser Blutgefässen noch Mark enthalten zu können und sind dieselben gewöhnlich von einigen concentrischen Lamellen umgeben wie in Knochen.

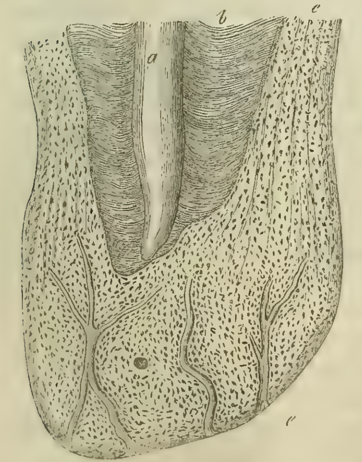


Fig. 204.

Ausser diesen Hohlräumen enthält das Cement noch hie und da eigenthümliche buchtige Höhlungen, die sicher pathologisch sind (s. meine Mikr. Anat. II. 2. S. 82. Fig. 202), ferner häufig Canälchen wie Zahncanälchen (Fig. 203), bald dicht beisammen, bald mehr isolirt, hie und da mit einer Verästelung, die sehr häufig mit den Enden der Zahncanälchen und den Ausläufern der Knochenhöhlen in Zusammenhang stehen.

Fig. 204. Cement und Elfenbein der Wurzel eines alten Zahnes. *a.* Zahnhöhle, *b*, Elfenbein. *c.* Cement mit Knochenhöhlen. *e.* Haversische Canälchen. Vom Menschen.

Im Cemente der Einhufer sind die Knochenhöhlen und ihre Ausläufer in den innersten Lagen desselben von wirklichen Kapseln umgeben, die *Gerber* zuerst gesehen hat. Macerirt man dieses Cement in Salzsäure, so lassen sich diese Kapseln ziemlich leicht isoliren und überzeugt man sich an ihnen von folgenden, für die Lehre von den Knochenhöhlen nicht unwichtigen Verhältnissen: 1) die Höhlen kommen häufig zu 2, 3 und mehreren in einer Kapsel vor, gerade so, wie ich es auch an rachitischen Knochen gesehen. 2) Die die Höhlen und ihre Ausläufer zunächst begrenzende Substanz ist in Salzsäure schwieriger löslich als die übrigen Theile der verdickten Kapseln. Während diese nämlich im Allgemeinen sehr blass erscheinen, ist im Innern derselben ein dunkler zackiger Körper sehr deutlich, der oft ganz bestimmt eine Höhle enthält, und, wie die Vergleichung mit den gewöhnlichen Knochenhöhlen des Cementes und der Knochen lehrt, nichts Anderes ist als eine Knochenzelle. An den gewöhnlichen Cementhöhlen gelingt es ebenfalls leicht, durch Behandlung mit Salzsäure eine besondere Wand darzustellen und lassen sich auch solche Cementzellen isolhren, die auch ausserdem nicht selten noch einzelne Fortsätze nach aussen abgeben. In vielen Fällen sind diese Zellen leer, in anderen haben sie einen in Salzsäure ebenfalls anfänglich resistirenden Inhalt, in dem ich jedoch einen Kern zu erkennen nicht im Stande war.

§. 144.

Die Weichtheile der Zähne umfassen das Alveolarperiost, den Zahnkeim und das Zahnfleisch. Das Periost der Zahnhöhlen hängt sehr genau mit der Oberfläche der Wurzel zusammen und stimmt im Bau mit anderem Perioste überein, ausser dass es weicher ist, keine elastischen Elemente und ein reiches Nervennetz mit vielen dicken Röhren enthält.

Die *Pulpa dentis*, der Zahnkeim, oder die im Laufe der Entwickelung reducirte fötale Zahnpapille, erhebt sich im Grunde der Alveole aus dem Periost derselben, dringt in die Wurzeln ein und füllt, als eine zusammenhängende, weiche, röthliche, sehr gefäss- und nervenreiche Substanz, die Canäle in denselben und das *Cavum dentis* ganz aus, so dass sie der innern Oberfläche des Zahnbeines überall genau adhärirt. Das Gewebe der Pulpa ist ein undeutlich faseriges Bindegewebe, durchaus ohne elastische Elemente aber mit sehr vielen eingestreuten runden und länglichen Kernen, fast wie unreifes fötales Bindegewebe, nur dass man doch hie und da schmale Bündel unterscheidet. Durch Druck lässt sich aus demselben eine Flüssigkeit erhalten, die durch Essigsäure wie Schleim gerinnt und im Ueberschusse nicht ganz sich löst: ebenso wird die ganze Pulpa durch Essigsäure weisslich und hellt sich nie so auf, wie fertiges Bindegewebe. Diese Substanz nun bildet die Hauptmasse der Pulpa so weit Gefässe und Nerven reichen, dagegen findet sich nun noch an der Oberfläche derselben, unter einem zarten structurlosen Häutchen, rings herum eine 0,02''', 0,03—0,04''' mächtige Schicht die aus mehreren Reihen senkrecht auf die Oberfläche der Pulpa stehender, 0,012''' langer, 0,002—0,003''' breiter, cylindrischer oder an dem einen Ende zugespitzter Zellen mit länglichen schmalen Kernen von 0,005''' und mit Kernkörperchen besteht, die an der Oberfläche der Pulpa wie ein Cylinderepithelium gelagert sind, weiter einwärts dagegen keine deutlichen Reihen mehr erkennen lassen, sondern mehr unregelmässig in einandergreifen, ohne jedoch ihre gedrängte Lagerung und radiäre Richtung aufzugeben und schliesslich durch kürzere mehr rundliche Zellen und ohne scharfe Grenze in das gefässhaltige Gewebe

der Pulpa übergehen. Es entsprechen diese Zellen den später zu beschreibenden Bildungszellen des Elfenbeins und sie sind es, die das Material zu den auch noch bei Erwachsenen vorkommenden Ablagerungen von Elfenbein an die Wände der Zahnhöhle abgeben. Die Gefässe der Pulpa sind ungemein zahlreich, daher die röthliche Farbe derselben. In jede Pulpa eines einfachen Zahnes treten 3—10 kleine Arterien, die schliesslich sowohl im Innern als an der Oberfläche der Pulpa ein mehr lockeres Netz von 0,004—0,006‴ weiten Capillaren erzeugen, das an der Oberfläche auch hie und da deutliche Schlingen zeigt, aus dem dann die Venen hervorgehen. Von Lymphgefässen scheinen die Zahnkeime nichts zu besitzen, dagegen sind die Nerven äusserst entwickelt. In jede Wurzel dringt, von den bekannten *Nervi dentales* abstammend, ein grösserer 0,03—0,04‴ haltender Stamm und ausserdem noch bis an 6, selbst noch mehr feinere Reiser von 0,01—0,02‴, die mit Röhren von 0,0016—0,003‴ zuerst ohne namhaftere Anastomosen und einzelne Fädchen abgebend emporsteigen, dann aber in dem dickeren Theile der Pulpa ein immer reichlicheres Geflecht mit langgezogenen Maschen und Nervenröhrenabtheilungen bilden, und sich so allmählich bis in die feinen Primitivfasern von 0,001—0,0016‴ auflösen. In Betreff der Endigungen selbst möchte ich mich eher für Schlingen aussprechen, doch gebe ich zu, dass, so lange man die Primitivfasern in den nicht zu leugnenden Schlingen nicht von Stämmchen zu Stämmchen verfolgt hat, was noch von Niemand geschehen ist, die Sache noch Zweifel zulässt. Auch *R. Wagner* gibt die Existenz von Schlingen hier zu, hält dieselben jedoch nicht für die letzten Endigungen (Gött. Nachr. Apr. 1853).

Zahnfleisch, *Gingiva*, nennt man den Theil der Mundhöhlenschleimhaut, der die Alveolarränder der Kiefer überzieht und die Hälse der Zähne umfasst, ein weissröthliches, gefässreiches, wegen der unterliegenden Harttheile fest sich anfühlendes, jedoch eigentlich ziemlich weiches Gewebe, das da, wo es den Zähnen selbst anliegt, ½—1½‴ Dicke erreicht, ziemlich grosse Papillen (von 0,15—0,3‴, bei alten Leuten selbst von 0,7‴ Länge und wie die *Pap. fungiformes* mit einfachen Wärzchen besetzt) trägt, und ein Pflasterepithel von 0,23—0,4‴ Dicke zwischen den Papillen besitzt. — Von Drüsen konnte ich am Zahnfleisch nichts finden und muss man sich davor hüten, rundliche Vertiefungen des Epithels von 0,08—0,15‴ Durchmesser mit mehr verhornten Epithelzellen, die nicht selten an den oberen Theilen desselben vorkommen, für Drüsenöffnungen zu halten.

§. 145.

Entwickelung der Zähne. In der 6. Woche des Fötallebens beginnt die Entwickelung der 20 Milchzähne mit der Bildung einer Furche am obern und untern Kieferrand, in der nach und nach bis zur 10. Woche 20 Papillen oder Zahnkeime entstehen, die bald durch zwischen ihnen auftretende Querscheidewände jeder in eine besondere kleine Höhlung zu liegen kommen. Im 4. Monat verengern sich diese Höhlen immer mehr, während zugleich die Papillen die Formen der späteren Zähne annehmen, und endlich schliessen sich

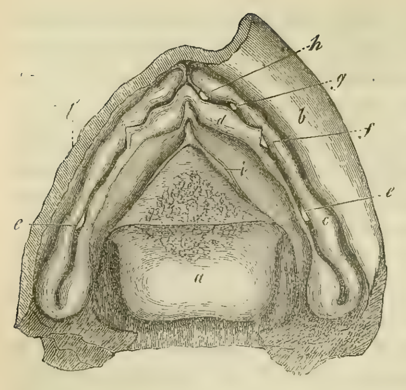


Fig. 205.

dieselben ganz, jedoch so, dass über jeder Höhle oder dem Zahnsäckchen noch eine kleine Cavität sich bildet, als Reservesäckchen für die 20 vorderen bleibenden Zähne, in denen im 5. Fötalmonate auch schon die Zahnkeime sich entwickeln. Anfangs nun liegen die Reservehöhlen über den Zahnsäckchen der Milchzähne, nach und nach aber rücken sie an die hintere Seite derselben und werden, wenn die knöchernen Alveolen der Milchzähne auftreten, von kleinen Ausbuchtungen derselben aufgenommen (Fig. 206. *g. h*), die bei den Schneide- und Eckzähnen zuletzt ganz von den andern sich trennen, bei den zwei ersten Backzähnen dagegen in den Grund der Alveolen der Milchzähne sich öffnen. Alle Reservesäckchen sind später an der Spitze in einen soliden

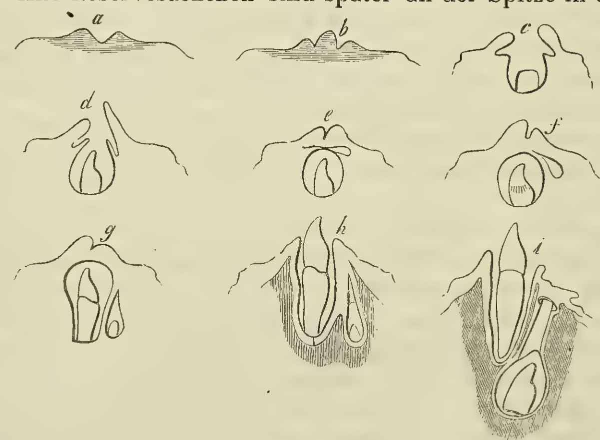


Fig. 206.

Strang ausgezogen, der entweder bis zum Zahnfleisch oder bei den zwei ersten Backzähnen zum Perioste im Grunde der Alveolen der zwei Milchbackzähne sich erstreckt (Fig. 206. *i*) und mit Unrecht für ein Leitband, *Gubernaculum*, der Zähne beim Durchbruch gehalten worden ist.

Fig. 205. Unterkiefer eines 9 Wochen alten menschlichen Fötus, 9mal vergr. *a.* Zurückgeschlagene Zunge, *b.* rechte Lippenhälfte zurückgelegt, *b'* linke Lippenhälfte abgeschnitten, *c.* äusserer Zahnwall, *d.* innerer Zahnwall, *e.* Papille des ersten Backzahnes, *f.* Papille des Eckzahnes, *g* des zweiten, *h.* des ersten Schneidezahnes, *i.* Falten wo die *Ductus Riviniani* später münden.

Fig. 206. Schema der Entwickelung eines Milchzahnes und des dazu gehörenden bleibenden Zahnes, nach *Goodsir*. *a.* Zahnfurche. *b.* Dieselbe mit der Papille. *c.* Dieselbe im Schliessen begriffen, mit der Anlage der Reservehöhle. *d.* Noch mehr geschlossen. *e.* Zahnsäckchen gebildet mit einer Reservehöhle. *f.* Die Reservehöhle rückt nach hinten. *g.* Dieselbe ganz hinten mit einem Zahnkeim. *h.* Die Alveolen beider Säckchen bilden sich, der Milchzahn durchgeb ochen. *i.* Der bleibende Zahn bildet sich, sein tiefer stehendes Zahnsäckchen hat ein Gubernaculum.

Von den Säckchen der drei letzten bleibenden Backzähne entsteht dasjenige des ersten, sammt seiner Papille, in der 16. oder 17. Woche ganz selbständig aus dem hintersten Ende der primitiven Zahnfurche und schliesst sich so, dass zwischen ihm und der Schleimhaut ein Reservesäckchen bleibt (meine Mikr. Anat. Fig. 206). Erst im 7. oder 8. Monat nach der Geburt verlängert sich diese hinter dem ersten Säckchen bogenförmig in den Kieferrand hinein, erzeugt an seinem Boden eine Papille und schnürt sich um dieselbe zum Säckchen des 4. Backzahnes ab. Aus dem Rest der Höhle wird, indem er mit den andern Säckchen in eine Reihe rückt, das Säckchen des Weisheitszahnes.

Die Bildung der Milchzähne beginnt in dem 5. Fötalmonate und im 7. Monate sind dieselben alle in Ossification begriffen. Die Verknöcherung beginnt an der Spitze der Zahnpulpa mit der Bildung von kleinen Scherbchen von Zahnbein, die bei den Backzähnen anfänglich entsprechend den Hügeln des Keimes mehrfach sind, jedoch bald mit einander verschmelzen. Gleich nach dem Auftreten eines Zahnbeinscherbchens entsteht auch von dem sogenannten Schmelzorgane an der Decke des Zahnsäckchens aus (s. unten) eine dünne Lage von Schmelz, die mit dem Zahnbeine verschmilzt und so die erste Anlage der Zahnkrone bildet. Weiter dehnt sich das Zahnbeinscherbchen über die Pulpa aus und wird dicker, so dass es bald wie eine Mütze auf dem Keime sitzt und schliesslich ähnlich einer Kapsel denselben, der je mehr die Ossification zunimmt, um so mehr sich verkleinert, ganz und eng umfasst; zugleich folgt auch die Schmelzablagerung nach, so dass dieselbe bald von der Gesammtoberfläche des Schmelzorganes ausgeht, und wird immer mächtiger. So bildet sich schliesslich der ganze Schmelz um die Elfenbeinlage der Krone, während das Schmelzorgan und die Zahnpulpe immer mehr an Masse abnehmen, bis jenes nur noch ein dünnes Häutchen ist und letztere den Verhältnissen, die sie im fertigen Zahne zeigt, sich nähert. Vom Cemente und der Zahnwurzel ist aber immer nichts da; dieselben entstehen erst wenn die Krone ziemlich fertig ist und der Zahn zum Durchbruche sich anschickt. Um diese Zeit wächst der Zahnkeim stark in die Länge, während das Schmelzorgan atrophisch wird, und lagert sich auf seinen neu hervorsprossenden Theilen nur Elfenbein ab, nämlich das der Wurzel. Der so in die Höhe getriebene Zahn beginnt gegen die obere Wand des Zahnsäckchens und das mit demselben verwachsene feste Zahnfleisch zu drängen, bricht allmählich durch dieselben, in denen auch selbständig ein Schwinden eintritt, hindurch und kommt schliesslich zu Tage. Nun zieht sich das Zahnfleisch um ihn zusammen, während der nicht durchgebrochene Theil des Zahnsäckchens eng an die Wurzel sich anlegt und zum Periost der Alveole wird. Seine Vollendung erhält der Milchzahn dadurch, dass 1) noch der Rest der Wurzel angesetzt wird, wodurch bald die Krone in normaler Länge hervortritt, und 2) aus einer vom Zahnsäckchen, das nun mit dem Perioste der Alveole verschmilzt, geschehenden Ablagerung, die schon vor dem Durchbruche beginnt, das Cement um die Wurzel sich anlegt, während zugleich von innen her der Zahn sich noch mehr verdickt und der Keim entsprechend sich verkleinert. An Zähnen mit mehreren Wurzeln wird der anfangs einfache Keim bei seiner Verlängerung da,

wo er festsitzt, gespalten, und entwickelt sich dann um jede Abtheilung herum eine Wurzel. — Der Durchbruch der Milchzähne geschieht in folgender Reihe. Innere Schneidezähne des Unterkiefers im 6—8. Monat, innere Schneidezähne des Oberkiefers einige Wochen später, äussere Schneidezähne im 7—9. Monat, die des Unterkiefers zuerst, vordere Backzähne im 12—14. Monat, die des Unterkiefers zuerst, Hundszähne im 15—20 Monat, zweite Backzähne zwischen dem 20—30 Monat.

Die bleibenden Zähne entwickeln sich genau in derselben Weise wie die Milchzähne. Ihre Ossification beginnt etwas vor der Geburt in den ersten grossen Backzähnen, schreitet im 1., 2. und 3. Jahr auf die Schneidezähne, Eckzähne und kleinen Backzähne fort, so dass im 6. und 7. Jahr zu gleicher Zeit 48 Zähne in beiden Kiefern enthalten sind, nämlich 20 Milchzähne und alle bleibenden, mit Ausnahme der Weisheitszähne. Beim Zahnwechsel werden die knöchernen Scheidewände, welche die Alveolen der bleibenden von denen der Milchzähne trennen, resorbirt, und zugleich schwinden die Wurzeln der letztern von unten her, in Folge eines noch nicht genau ermittelten Vorganges. (Nach *Tomes* ist es eine in den Milchzähnen selbständig auftretende Auflösung der Zahnsubstanz). So kommen die bleibenden Zähne, deren Wurzeln mittlerweile sich verlängern, gerade unter die lose gewordenen Kronen der Milchzähne, die endlich, wenn sie noch mehr hervortreten, ausfallen und ihnen den Platz einräumen. Das Hervorbrechen der bleibenden Zähne geschieht in folgender Ordnung: erster grosser Backzahn im 7. Jahr, innerer Schneidezahn im 8. Jahr, seitlicher Schneidezahn im 9. Jahr, erster kleiner Backzahn im 10. Jahr, zweiter kleiner Backzahn im 11. Jahr, Eckzahn im 12. Jahr, zweiter grosser Backzahn im 13. Jahr, dritter Backzahn zwischen dem 17—19. Jahr.

Das Zahnfleisch des Fötus und besonders des Neugebornen vor dem Durchbruch der Milchzähne ist weisslich und sehr fest, fast von der Consistenz eines Knorpels, weshalb es auch wohl Zahnfleischknorpel benannt wird, obschon es in seinem Bau mit Knorpel gar keine Aehnlichkeit hat und aus den gewöhnlichen Schleimhautelementen, jedoch mit einer bedeutenden Beimengung eines mehr sehnigen Gewebes, besteht. Die in demselben von *Serres* beschriebenen hirsekorngrossen Körperchen, die Weinstein secernirende Drüsen sein sollen, sogenannte *Glandulae tartaricae*, sind Ansammlungen von Epithel und wahrscheinlich pathologischer Natur (meine Mikr. Anat. II. 2. S. 95).

Die Zahnsäckchen besitzen eine bindegewebige Hülle mit Gefässen und Nerven, aus deren Boden der Zahnkeim, *Pulpa dentis*, hervorgeht, der, in der Form den entsprechenden Zahn nachahmend, aus einem gefäss-, später auch nervenreichen innern und einem gefässlosen äusseren Theile besteht. Der letztere wird von einem zarten structurlosen Häutchen, der *Membrana praeformativa* (*Raschkow*), die für die Zahnbildung ohne weitere Bedeutung ist, begrenzt und besteht unter demselben aus 0,016—0,024''' langen und 0,002—0,0045''' breiten Zellen mit schönen bläschenförmigen Kernen und deutlichen ein- und mehrfachen Nucleolis, die eine dicht neben der andern wie ein Epithel auf der ganzen Oberfläche der Pulpa sitzen, jedoch nach innen nicht so scharf begrenzt sind, wie ein solches, sondern, wie es wenigstens den Anschein hat, durch kleinere Zellen allmählich in das Parenchym derselben übergehen. Uebrigens

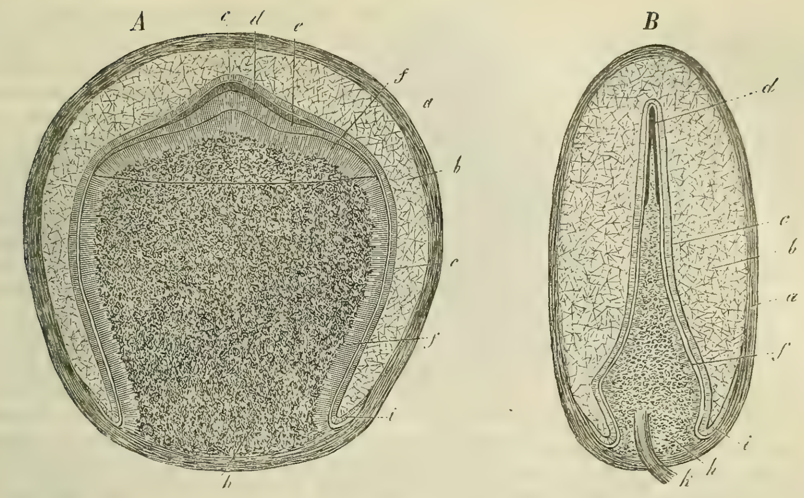


Fig. 207.

entsteht an gefässreichen Pulpen doch eine Begrenzung dadurch, dass die Capillarschlingen, in welche die Gefässe auslaufen, nicht zwischen die cylindrischen Zellen eingehen, sondern eine dicht an der andern an der inneren Seite enden, so dass, zumal da auch die fraglichen Zellen das Elfenbein liefern, die Bezeichnung derselben als Elfenbeinmembran, *Membrana eboris*, gerechtfertigt erscheint. Die inneren Theile der Pulpa bestehen durch und durch aus einer früher mehr körnigen oder gleichartigen, später mehr faserigen Grundmasse, mit vielen Zellenkernen von rundlicher oder länglicher Gestalt, die als eine Art Bindegewebe zu betrachten ist. Gefässe entwickeln sich zur Zeit der Verknöcherung in ungemeiner Anzahl in der Pulpa und zwar finden sich vorzüglich an der Ossificationsgrenze die zahlreichsten, senkrecht stehenden Schlingen von Capillaren von circa 0,006‴. Die Nerven begleiten die Gefässe, entwickeln sich jedoch später als sie. Ihre Zahl ist ebenfalls sehr bedeutend und die Verbreitung derjenigen in der Pulpa der fertigen Zähne gleich.

Das Schmelzorgan, *Organon adamantinae*, überzieht mit seiner innern concaven Fläche kappenartig den Zahnkeim in seinem ganzen Umfange und hängt an seiner äussern Seite mit dem Zahnsäckchen zusammen, so jedoch, dass dasselbe an der Basis des Zahnkeimes einen ganz kleinen freien Rand hat. Sein Bau ist sehr eigenthümlich. Die Hauptmasse besteht aus anastomosirenden sternförmigem Zellen (Fig. 219. *b*) oder netzförmigem Bindegewebe, das in seinen Zwischenräumen in grosser Menge eine an Eiweiss und Schleim reiche Flüssigkeit enthält und in der neuesten Zeit von *Huxley* (l. c. p. 153. 156) irrthümlicher Weise als verändertes Epithel aufgefasst worden ist. Am mächtigsten ist dieses gallertige Bindegewebe unmittelbar vor dem Eintritte der Ossification und in den ersten Stadien derselben, so im 5. und 6. Monat $^{4}/_{10}$—$^{2}/_{3}$ Wiener Linie, bei einem Neugebornen dagegen nur noch 0,16—0,2‴. Hier besitzt dasselbe auch in seinem äusseren Drittheil Gefässe und hat sich sein Maschenwerk in wirkliches Bindegewebe umgewandelt (Fig. 208). An der inneren Seite des schwammigen Gewebes des Schmelzorgans sitzt die sogenannte Schmelzhaut, *Membr. adaman-*

Fig. 207. *A.* Zahnsäckchen des zweiten Schneidezahnes eines 8monatlichen menschlichen Embryo, von der Fläche, 7mal vergr. *a.* Zahnsäckchen. *b.* Schmelzpulpe, *c.* Schmelzmembran. *d.* Schmelz. *e.* Zahnbein. *f.* Elfenbeinzellen. *g.* Grenze des Zahnbeinscherbchens. *h.* Zahnpapille. *i.* Freier Rand des Schmelzorganes. *B.* Erster Schneidezahn desselben Embryo von der schmalen Seite. Buchstaben wie vorhin. *d.* Zahnscheibchen *in toto.* *k.* Nerv und Gefäss der Papille.

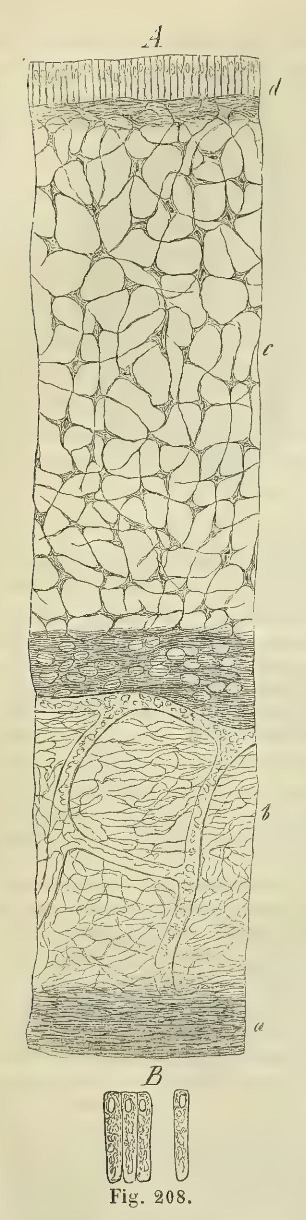


Fig. 208.

tinae (Raschkow), ein ächtes Cylinderepithel, von dem weiter nichts zu sagen ist, als dass seine Zellen 0,012''' in der Länge und 0,002''' in der Breite messen, fein granulirt und zart sind und länglichrunde Kerne führen, die häufig an den Spitzen der Zellen sitzen

Die Entwickelung der Zahnsubstanzen ist von jeher als ein sehr schwieriger Gegenstand angesehen worden. Am einfachsten scheinen die Verhältnisse beim Schmelz, und haben bis jetzt alle Autoren mit *Schwann* angenommen, dass die Schmelzfasern nichts als ossificirte Zellen der Schmelzmembran sind. Nun behauptet aber *Huxley* (l. c.), dass dem nicht so sein könne, indem der Schmelz in allen Stadien seiner Entwickelung von der *Membrana praeformativa* der Zahnpulpe überzogen und durch dieselbe von der Schmelzhaut getrennt sei. Nach *Huxley* bildet sich der Schmelz unabhängig von der Schmelzhaut unter diesem Häutchen, welches schliesslich zu dem von *Nasmyth* entdeckten Zahnoberhäutchen der fertigen Zähne werde, doch bekennt er, dass er nicht im Stande sei, irgend etwas näheres über die Entwickelungsweise derselben anzugeben. — Diese Angaben, die einer meiner talentvollsten Zuhörer, *E. Lent*, geprüft hat (l. i. c.), ergaben sich in so fern als ganz richtig, als in der That von der Oberfläche des sich entwickelnden Schmelzes zu allen Zeiten durch Behandlung desselben mit verdünnten Säuren ein zartes structurloses Häutchen sich abhebt, welches, so lange das Elfenbein noch nicht gebildet ist, wie in die *Membrana praeformativa* der Zahnpulpe sich fortsetzt, und gewinnt es so den Anschein, als ob der Schmelz unter der *Membrana praeformativa* sich bilde. Nach den neuesten Untersuchungen von *Tomes* (Mikr. Journ. XV.), jedoch darf es als sehr wahrscheinlich bezeichnet werden, dass das von *Huxley* demonstrirte Häutchen ein Kunstproduct und nichts als die äusserste Lage des in Bildung begriffenen Schmelzes ist, wie ich es schon in meiner Abhandlung über Cuticularbildungen (Würzb. Verh. VII. p. 98) vermuthungsweise ausgesprochen habe. Dies vorausgesetzt entscheidet sich dann wie mir scheint die Frage nach der Entwickelung des Schmelzes nicht schwer. Dass derselbe aus einer Ossification der Schmelzzellen selbst hervorgehe, welcher Auffassung auch *Tomes* huldigt, halte ich aus dem Grunde für unmöglich, weil diese Zellen in allen Stadien der Schmelzbildung und namentlich auch dann noch, wenn derselbe ganz fertig ist, in ganz derselben Weise vorhanden sind und scheint mir somit die von mir vorgetragene Hypothese, nach welcher der Schmelz nach Art der Cuticularbildungen von den Schmelzzel-

Fig. 208. *A.* Durchschnitt des Schmelzorganes aus dem Säckchen eines Backzahnes des Neugebornen, 250mal vergr. *a.* Zahnsäckchen. *b.* Gefässreicher Theil des Schmelzorganes mit einem etwas dichteren Gewebe gegen den gefässlosen Theil oder das Schwammgewebe *Corpus spongiosum c. d.* Schmelzmembran. *B.* Vier Zellen der Schmelzmembran, 350mal vergr.

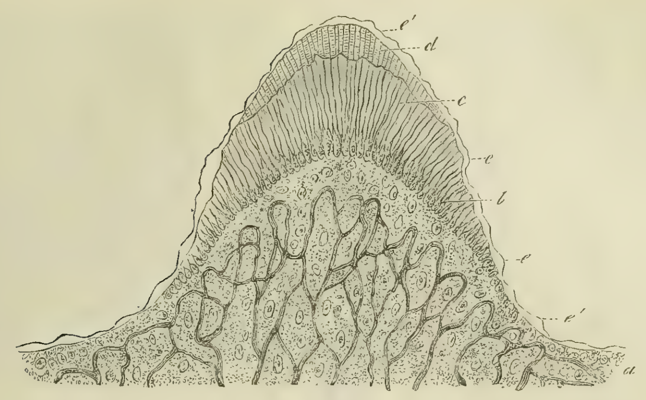


Fig. 209.

len ausgeschieden wird, viel mehr für sich zu haben. Für diejenigen, die sich mit dem Gedanken so mächtiger Zellenausscheidungen noch nicht vertraut gemacht haben und denen aus diesem Grunde meine Auffassung weniger zusagend erscheinen sollte, erlaube ich mir an die dem Schmelz so ähnlichen Cuticularbildungen bei niedern Thieren zu erinnern und überhaupt auf das zu verweisen, was ich über solche Zellenausscheidungen ermittelt habe. — Uebrigens will ich, trotzdemdass ich an dieser meiner Ansicht festhalte, doch zugeben, dass für einmal die Unmöglichkeit, dass der Schmelz durch ein fortgesetztes einseitiges Wachsthum der Schmelzzellen in die Länge und successive Ossification der immer neu sich ansetzenden Theile derselben sich hervorbilde, nicht ganz bestimmt zu beweisen ist. Immerhin spricht gegen diese Auffassung ausser dem angegebenen auch noch der Umstand, dass der Schmelz nach dem Ausziehen der Erdsalze nichts hinterlärst, was als zellige Grundlage desselben anzusehen wäre. Bestände derselbe wirklich aus verkalkten Zellen, so müssten, so scheint es, diese doch nachzuweisen sein.

Bei der Bildung des Elfenbeines betheiligt sich analog wie beim Schmelze nicht die ganze Pulpa, sondern nur die äusserste epitheliumartige Zellenschicht derselben, und bestreite ich, dass die ganze Pulpa ohne Weiteres von aussen nach innen fortschreitend in Elfenbein sich verwandelt und ossificirt, bin vielmehr der Ansicht, dass dieselbe ähnlich dem Schwammkörper des Schmelzorganes nur dadurch für die Zahnbeinbildung von Wichtigkeit ist, dass sie die Gefässe trägt, die den Elfenbeinzellen ihr Wachsthum möglich machen. Ihre Verkleinerung ist auch, ohne dass man sie von aussen nach innen ossificiren lässt, sehr leicht gedenkbar und geschieht, analog der Abnahme des Inhaltes der weiten Haversischen Canälchen fötaler Knochen bei der Lamellenbildung an den Wänden dieser Canälchen, durch eine allmähliche Resorption ihres ebenfalls weichen und von vielen Säften durchzogenen Gewebes, ohne dass eine sehr ausgedehnte Zurückbildung ihrer Gefässe angenommen zu werden braucht.

Die Bildung des Elfenbeines aus den Elfenbeinzellen anlangend, so ist sicher, dass kein anderes Gewebe als die Zellen zur Bildung desselben etwas beiträgt, und ist *Huxley* vollständig auf einem unrechten Wege, wenn er behauptet, dass kein histiologisches Element der Pulpa an der Zahnbildung sich betheilige. Die Art und Weise, wie die genannten Zellen sich umwandeln, scheint endlich, nachdem dieselbe so lange Sache des Zweifels war, durch die Untersuchungen von *Lent* ihrem Abschlusse nahe gediehen zu sein. Vor einigen Jahren entdeckte ich an den menschlichen Elfenbeinzellen fadige,

Fig. 209. Durchschnitt der Spitze eines menschlichen fötalen Backzahnes, an dem die Bildung des Zahnbeins und des Schmelzes seit Kurzem begonnen hat. *a.* Zahnpulpe oder Zahnkeim mit den Gefässen; *b.* sogenannte Elfenbeinmembran, bestehend aus den Elfenbeinzellen; *c.* fertiges Elfenbein; *d.* fertiges Schmelz; *e.* Hautartige Schicht, nach *Huxley Membrana praeformativa*, die nach Behandlung mit Essigsäure sich ablöst. Nach *Lent*.

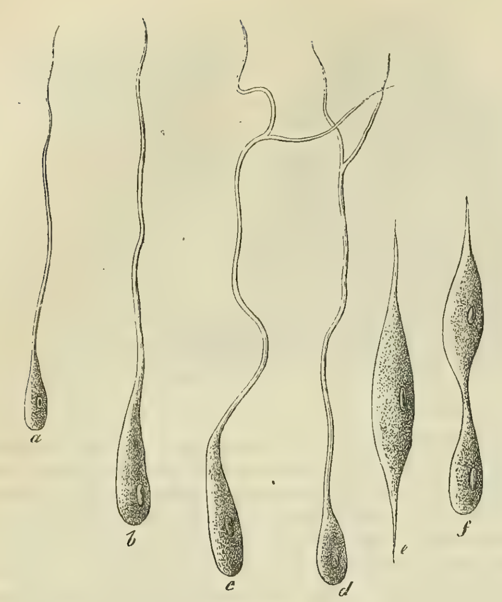


Fig. 210.

in das junge Zahnbein sich erstreckende Ausläufer, die ich vermuthungsweise als Zahncanälchen deutete, doch gelang es mir damals nicht, diese Vermuthung zur Gewissheit zu erheben. Durch *Lent* ist dies nun geschehen, indem es ihm glückte, an sich entwickelnden, in Salzsäure bis zum Zerfallen macerirten Zähnen die fraglichen Zellen mit vollständigen Zahncanälchen zu isoliren, und so glaube ich nun mit *Lent*, dass die Bildung des Zahnbeines in folgender Weise aufgefasst werden muss:

1) Die Zahncanälchen sind directe Ausläufer der ganzen Elfenbeinzellen, welche Ausläufer je nach dem noch untergeordnete Zweigchen treiben und durch dieselben anastomosiren. Nach Allem, was man sieht, scheint in vielen Fällen eine einzige Zelle auszureichen, um ein ganzes Zahncanälchen oder wenigstens ein sehr grosses Stück eines solchen zu bilden. Ich schliesse dies daraus, weil man an sich bildenden Zahncanälchen nie Spuren einer Entstehung derselben aus Zellenreihen, wie hintereinanderliegende Varicositäten oder Kerne, findet, ferner weil man, wie ich schon früher angab (Mikr. Anat. Fig. 218), an den Elfenbeinzellen sehr häufig in einer reichlichen Wucherung ihrer Kerne die deutlichsten Zeichen eines sehr energischen Vegetationsprocesses erkennt. Demzufolge nehme ich an, dass die Elfenbeinzellen, indem sie einerseits aus den Gefässen der Pulpa immer neues Bildungsmaterial aufnehmen, und hierdurch in immer gleicher Grösse sich erhalten, auf der andern Seite durch ein lebhaftes Spitzenwachsthum immer längere verästelte oder anastomosirende Ausläufer, eben die Zahncanälchen hervorbringen. Uebrigens will ich nicht behaupten, dass in allen Fällen eine Zelle in der Form, wie sie von Anfang an besteht, zur Erzeugung eines ganzen Zahncanälchens ausreicht, weil auch eingeschnürte Elfenbeinzellen vorkommen (s. Fig. 210, die letzte Zelle rechts). In solchen Fällen wird vielleicht der ganze an das Elfenbein stossende Theil des Zellenkörpers nach und nach zur Verlängerung des Zahncanälchens aufgebraucht und verschwindet als solcher, während sein Kern resorbirt wird, und halte ich es selbst für gedenkbar, dass solche Abschnürungen der Elfenbeinzellen sich mehrmals wiederholen, doch bliebe auch so das Gesetz bestehen, dass Eine Elfenbeinzelle ein ganzes Zahncanälchen liefert, indem solche Abschnürungen nie von ihrer Mutterzelle sich lösen.

2) Die Grundsubstanz des Zahnbeins entsteht nicht aus den Elfenbeinzellen, sondern ist entweder eine Ausscheidung dieser Zellen oder der Zahnpulpe, ähnlich einer Intercellularsubstanz. Da die Elfenbeinzellen an ihrem äussern Ende direct in die Zahncanälchen sich ausziehen, und nicht, wie man bisher annahm, so auswachsen, dass die Zahncanälchen nur als innere Theile derselben anzusehen wären, so ist es unmöglich, das Zahnbein direct von denselben abzuleiten. Da die Elfenbeinzellen alle dicht aneinander liegen, und noch keine

Fig. 210. Isolirte Elfenbeinzellen mit Fortsätzen i. e. Zahnröhrchen: *a.* vom Menschen; *b. c.* und *d.* vom Pferde, *c.* und *d.* mit Verästelungen; *e.* Zelle mit zwei Fortsätzen; *f.* zwei sich verbindende Zellen oder eine sich theilende Zelle. Nach *Lent*.

Zwischensubstanz zwischen sich enthalten, dieselbe vielmehr erst zwischen den auswachsenden Spitzen derselben auftritt, so geht es auch nicht wohl an, dieselbe direct aus der Pulpa abzuleiten, und bleibt nichts anderes übrig, als anzunehmen. dass sie unter Vermittelung der Elfenbeinzellen sich bildet. Man könnte nun daran denken, dieselbe in die gleiche Beziehung zu den Zellen zu setzen, wie die Knorpelkapseln zu den Zellen der Knorpel und annehmen, dass jede Elfenbeinzelle an ihrer auswachsenden Spitze durch Ausscheidung eine secundäre Röhre von leimgebender Substanz erzeuge, welche dann, indem sie ossificire, mit den benachbarten Röhren verschmelze, so dass dann die Grundsubstanz einzig und allein aus diesen äussern Umhüllungen der Zahncanälchen gebildet wäre; allein ich muss bekennen, dass ich keine einzige Thatsache namhaft zu machen im Stande bin, die für diese Auffassung spräche, indem die Grundsubstanz auch bei ihrem allerersten Auftreten eine durchaus gleichartige Masse ist, nie eine Spur einer Zusammensetzung aus Röhren darbietet und auch durch kein Reagens in solche zerfällt, und kann ich daher nicht anders als die Grundsubstanz als eine durch alle Elfenbeinzellen gemeinsam gebildete Ausscheidung zu betrachten, die in keine besondere histiologische Beziehung zu den einzelnen Zellen und Zahncanälchen tritt. Es versteht sich von selbst, dass auch für diese Bildung die Pulpa das Material liefert und die Zellen nur als Vermittler der Ausscheidung auftreten, etwa wie bei den Drüsen und Epithelien, doch wird man nicht umhin können, auch ihnen eine Rolle bei der Bildung derselben zuzuschreiben, die freilich vorläufig nicht näher zu bezeichnen ist.

Alles zusammen genommen ergibt sich, dass das Zahnbein einerseits in den Zahncanälchen durch directe Umwandlung eines histiologischen Elementes der Pulpa nämlich der Elfenbeinzellen entsteht, während andererseits die Grundsubstanz desselben als Ausscheidung dieser Zellen, resp. der Gefässe der Pulpa aufzufassen ist. Meine Auffassung steht somit in der Mitte zwischen der alten Excretionstheorie, nach der das ganze Zahnbein eine Ausscheidung der Pulpa ist, und der Umwandlungstheorie, welcher zufolge dasselbe einzig und allein aus gewissen histiologischen Elementen der Pulpa sich aufbaut. Dagegen muss ich die Ablagerungstheorie von *Huxley*, welche das Elfenbein ohne Betheiligung histiologischer Elemente in der Pulpa sich absetzen lässt, für ganz irrig erklären, mit einziger Ausnahme des Punktes, dass auch ich der Meinung bin, dass die Zahnbeinbildung unterhalb der *Membrana praeformativa* vor sich geht. — Uebrigens will ich noch bemerken, dass bei Thieren, vielleicht auch pathologisch beim Menschen, auch eine Ossification der innern Theile der Pulpa vorzukommen scheint, denn es findet sich auch ein gefässhaltiges Elfenbein *(Vasodentine Owen)* nach *Tomes* selbst beim Menschen, und fehlt in den Zähnen gewisser Thiere die Pulpa ganz. In solchen Fällen ossificirt wohl die Pulpa einfach wie Bindegewebe, womit auch ganz gut stimmt, dass die *Vasodentine* gewöhnlichem Knochen viel ähnlicher ist als dem Elfenbein.

Bei der Verknöcherung des Zahnbeines findet, wenigstens beim Menschen, in das eben entstandene, morphologisch characteristische aber noch wenig erhärtete Zahnbein die Ablagerung von Kalksalzen häufig in der Weise statt, dass das Ganze aus isolirten Kugeln zu bestehen scheint. Diese Kugeln, die man sowohl an den ersten Zahnscherbchen als auch in späteren Stadien sieht, am besten am Wurzelrande eines grösseren Zahnes, den man von der äusseren Seite betrachtet, verschwinden später, wenn die Zahnbildung normal vor sich schreitet, indem sich auch zwischen sie Kalkerde ablagert, so dass das Zahnbein ganz homogen und heller wird; im entgegengesetzten Falle bleiben dieselben in grösserer oder geringerer Zahl stehen und enthalten die Räume zwischen ihnen, die nichts anderes als die oben berührten Interglobularräume sind, unvollständig verknöcherte Zahnsubstanz.

Die Cementbildung geht meinen Erfahrungen zufolge von dem Theile des Zahnsäckchens aus, der zwischen der Pulpa und dem Schmelzorgane sich befindet und beginnt schon vor dem Durchbruch der Zähne, sobald die Wurzel sich anzulegen beginnt. Um diese Zeit verlängert sich das Zahnsäckchen in seinem unteren Theile, legt sich an die sich bildende Wurzel dicht an, und entwickelt in gleicher Weise wie das Periost beim Dickenwachsthum der Knochen in seinen innersten Theilen aus seinen Elementen ein weiches Blastem, das dann sofort ossificirt. Die ersten Spuren des Cementes, das mithin genau genommen ebensowenig durch Verknöcherung des Zahnsäckchens selbst

sich bildet als die Rindenschichten der Knochen durch Verknöcherung des Periostes, sah ich bei Neugeborenen in Form isolirter Scherbchen von länglicher oder rundlicher Gestalt, die am Elfenbeine der noch ganz kurzen Wurzel fest anhafteten und gerade so sich ausnahmen, wie sich bildende Knochensubstanz an Schädelknochen. Die kleinsten zeigten deutliche Knochenhöhlen und eine leicht gelbe Färbung, waren aber noch ganz weich und durchsichtig, und gingen an den Rändern unmerklich in ein ganz helles zellenführendes Blastem über; an grösseren waren die Ränder ebenso, aber die Mitte schon dunkler und fester und so fanden sich alle Uebergänge bis zu solchen, die schon wirklicher Knochen waren, ohne dass eine Ablagerung von Kalkkrümeln statt fand. Indem nun nach Maassgabe der Verlängerung der Wurzel immer neue solche Knochenscherbchen auftreten, fliessen dieselben allmählich, von oben nach unten, zu einer einzigen Lage zusammen, an die dann von aussen her immer auf dieselbe Weise noch so viel sich anlegt, als nöthig ist, um die ganze Dicke des Cementes zu erzeugen. — Auch vom Cement behauptet *Huxley*, dass dasselbe unter der *Membrana praeformativa* sich bilde, ohne zu sagen wie. Da seine Annahme mit der, wie wir sahen, nicht stichhaltigen Annahme, dass die *Membrana praeformativa* den Schmelz bekleide, zusammenhängt, so ist es nicht nöthig weiter auf dieselbe einzugehn.

Das Schmelzoberhäutchen kann, wie die Sachen jetzt stehen, nicht mehr als die *Membrana praeformativa* angesehen werden, vielmehr bleibt nichts anderes übrig als anzunehmen, dass nach beendeter Schmelzbildung die Schmelzzellen noch eine zusammenhängende Schicht als Bekleidung des Ganzen liefern, ein Vorgang, für den unter den Cuticularbildungen niederer Thiere zahlreiche Analogieen sich finden. Bei dieser Auffassung kommt das Schmelzoberhäutchen mit den homogenen Cementlagen so ziemlich auf eine Linie zu stehen und kann es dann nicht mehr befremden, dass in manchen Fällen zwischen beiden keine scharfe Grenze besteht und der ganze Zahn äusserlich von einer structurlosen verkalkten Schicht bekleidet ist.

Werfen wir zum Schluss noch einen Blick auf die verschiedenen Substanzen des Zahnes und die Stellung derselben zueinander, so zeigt sich, dass dieselben, obschon in gewissen Beziehungen übereinstimmend, doch nicht in eine Kategorie zu bringen sind. Zahnbein und Cement stehen einander viel näher als dem Schmelz und ist das Elfenbein einfach ein Knochengewebe, dessen Grundsubstanz reine Intercellularsubstanz ist, und dessen Zellen zu langen anastomosirenden Canälchen sich umgewandelt haben. Es kommen sich auch in manchen Fällen Cement oder Knochen und Zahnbein oft sehr nahe, dann nämlich, wenn einerseits letzteres von zahlreichen Haversischen Canälen durchzogen ist und sternförmige Knochenzellen enthält, andrerseits ersteres entweder sehr in die Länge gezogene Zellen mit zahlreichen Ausläufern und ebenfalls Gefässcanäle besitzt oder neben spärlichen Lacunen viele parallele Canälchen wie Zahnröhrchen führt, und wird es begreiflich, dass die Zahncanälchen häufig mit den Knochenzellen des Cementes anastomosiren. Auch in der Art und Weise des Wachsthumes stimmt das Elfenbein sehr mit dem Cement und den Knochen überhaupt überein, und lässt sich die Pulpa dem Periost, und die Elfenbeinzellen der wuchernden Zellenlage an diesem parallelisiren. Der Schmelz kann noch am besten mit einem Zahnbeine verglichen werden, das keine Röhrchen enthält, analog dem, das in den äussersten Schichten der Fischzähne sich findet und stimmt derselbe mit der Grundsubstanz des Zahnbeines wenigstens darin überein, dass er durch Ausscheidung von Zellen sich bildet. Kommen Canäle im Schmelz vor, so gleicht derselbe dem Zahnbeine beträchtlich, allein diese Canäle sind entweder Verlängerungen der Zahncanälchen in den Schmelz hinein (*Tomes*) oder durch Resorption entstandenen Höhlungen. Mit dem Cement hat der Schmelz meist keine Analogie, doch gibt es ein homogenes Cement mit einer undeutlichen Querstreifung, das wenigstens äusserlich dem Schmelz etwas ähnlich sieht und vielleicht auch in der Entwickelung demselben nahe steht. — Nimmt man auf die Bedeutung der Theile Rücksicht, von denen aus sich die verschiedenen Substanzen bilden, so ist das Zahnbein, als in dem gefässreichen Theile der Mundmucosa sich bildend, eine ächte Schleimhautproduction, der Schmelz ein Epithelialgebilde und das Cement eine von der Schleimhaut gelieferte Belegungssubstanz.

Ueber die Entwickelung der Zahnsubstanzen hat in neuester Zeit *Hannover* sehr abweichende Ansichten geäussert, auf welche hier nicht näher eingegangen werden kann.

§. 146.

Der fertige Zahn ist zwar ein hartes aber doch nicht allen Stoffwechsels beraubtes Gebilde, wie am besten die verschiedenartigen Erkrankungen desselben lehren. Was für den Knochen die Lacunen und ihre Canälchen, das sind hier die Zahncanälchen mit ihren Verzweigungen, die Knochenhöhlen und Canälchen im Cement, die Lücken zwischen den Schmelzprismen. Alle diese Räume führen im Leben Flüssigkeit, die einerseits aus den Gefässen des Keimes, andrerseits aus denen des Alveolarperiostes abstammt und einen wenn auch langsamen Wechsel der Substanz ermöglicht. Wie derselbe im Speciellen sich verhält, ist vorläufig nicht zu sagen, doch möchte aus dem Umstande, dass das fertige Zahnbein durch Krapp nicht gefärbt wird (*Hunter*, *Flourens* u. A. cf. *Henle* S. 878), wenigstens so viel zu schliessen sein, dass derselbe viel minder energisch ist als im Knochen, und vielleicht so stattfindet, dass die Kalkerde gar nicht oder nur äusserst langsam sich erneuert. Am besten ist auf jeden Fall im Elfenbein für eine Zufuhr von Säften gesorgt, da dasselbe von sehr zahlreichen und vielfach anastomosirenden Canälchen durchzogen ist, doch ist hier so wenig als in den Knochen an eine regelmässige Circulation derselben zu denken, sondern anzunehmen, dass je nach Maassgabe der Exsudation und Resorption von der Pulpa aus, ferner des Verbrauches im Zahne selbst, endlich dessen, was an Schmelz und Cement abgegeben und vielleicht von diesen nach aussen abgeschieden wird, die Bewegung sich bald so bald anders gestaltet. Der Schmelz ist zwar nicht impermeabel, aber lässt doch Flüssigkeiten schwer durch, was am besten daraus zu ersehen ist, dass die Nerven der Zahnpulpa durch Säuren nicht afficirt (stumpf) werden, so lange die Schmelzbekleidung noch ganz ist, wohl aber wenn, wie an den Scheidezähnen, das Zahnbein entblöst ist. Auch ist ja der Schmelz die härteste Zahnsubstanz, fast ohne organische Grundlage und ohne ein constantes Canalsystem. Noch undurchdringlicher als der Schmelz ist wohl das Schmelzoberhäutchen, das auch von chemischen Substanzen so sehr schwer angegriffen wird und sind daher diese zwei Substanzen zu Schutzmitteln des Zahnes trefflich geeignet. Durch die Nerven ihrer Pulpa erlangen die Zähne auch Sensibilität und zwar sind dieselben sowohl gegen Berührung, als gegen Wärme und Kälte und chemische Einwirkungen empfindlich. Mechanische Eingriffe niederen Grades können nur dadurch wirken, dass sie durch Schwingungen der Zahnsubstanz bis zur Pulpa sich fortpflanzen und es ist daher um so auffallender, dass die Zähne noch einen gewissen Sinn für Oertlichkeit haben, so dass man unterscheiden kann, ob dieselben innen oder aussen, oben oder unten, rechts oder links berührt werden. Das Gefühl der Zähne ist auch ziemlich fein, namentlich an der Kaufläche, wo die kleinsten fremden Körper, wie Haare, Sandkörnchen, beim Reiben der Kauflächen aneinander noch unterschieden werden, und was seine Lebhaftigkeit betrifft, so ist dieselbe wenigstens bei Krankheiten ausnehmend gross, was die bedeu-

tende Zahl der Pulpanerven und die Leichtigkeit, mit der dieselben innerhalb ihres harten Behälters comprimirt werden können, hinreichend erklärt.

Im Alter werden die Zähne dichter, die Pulpahöhle füllt sich mit einer Art unregelmässigen Zahnbeines und obliterirt auch wohl ganz, was vielleicht die Ursache des normalen Ausfallens der Zähne ist. In einzelnen Fällen findet man nach *Tomes* die Wurzeln im Alter ganz durchsichtig wie Horn.

In pathologischer Beziehung ist Folgendes hervorzuheben. Ausgefallene bleibende Zähne ersetzen sich in Ausnahmefällen durch eine dritte Dentition, doch bleiben nicht selten Milchzähne über ihre Zeit hinaus stehen und muss man sich davor hüten, einen spät hervorkommenden zweiten Zahn für einen dritten zu nehmen. Ausgezogene Zähne lassen sich wieder einpflanzen (in 15 Monaten war ein ausgezogener Eckzahn der obern Kinnlade wieder vollkommen befestigt). Abnormer Weise bilden sich Zähne vorzüglich im Ovarium, aber auch anderwärts. Brüche von Zähnen können, sofern sie innerhalb der Alveolen statthaben, durch unvollkommenes Zahnbein oder Cement heilen, dagegen findet sich eine Regeneration von abgenutzten Theilen nur bei den Geschöpfen (Nagethiere z. B.), bei denen die Zähne beständig wachsen. Hypertrophien des Cementes, sogenannte Exostosen, ferner Zahnbein- und Cementbildungen an den Wänden der Pulpahöhle und Ossification der Pulpa selbst sind äusserst häufig und Folge von chronischen Entzündungen des Periostes und des Zahnkeimes. Ebenso ist ein theilweises Schwinden der Wurzeln nicht selten. Necrosis der Zähne findet sich, wenn das Periost vom Zahne gelöst oder die Pulpa abgestorben ist und werden dabei die Zähne rauh und dunkel bis schwarz, bis sie ausfallen. Was die Zahncaries ist und was sie veranlasst, ist zweifelhaft. Dieselbe greift lebende und falsche Zähne an *(Tomes)* und beginnt immer aussen von der Schmelzmembran aus *(Ficinus)*, wesshalb man auch den Mundflüssigkeiten einen sehr wesentlichen Antheil an derselben zugeschrieben hat, ohne jedoch behaupten zu wollen, dass nicht bei lebenden Zähnen der eine mehr dazu prädisponirt sein könne als der andere, sei es nun, dass seine chemische Zusammensetzung oder die Art des Stoffwechsels ihn minder widerstandsfähig mache. Auf jeden Fall ist die Caries nicht eine einfache Auflösung der Salze durch die Mundflüssigkeiten, sondern geht eine faulige Zersetzung der organischen Theile des Zahnes, die von einer Entwickelung von Infusorien und Pilzen begleitet ist, mit der erstern Hand in Hand; ja es scheint selbst die letztere, nach den Mittheilungen von *Ficinus*, die erste Rolle bei derselben zu spielen, indem die Zähne vorzüglich von den Stellen aus cariös werden, wo den genannten Organismen Gelegenheit gegeben ist, sich ruhig zu entwickeln, wie in Rissen und Grübchen des Schmelzes, in den Vertiefungen der Backzähne, in den Spalten zwischen den Zähnen, nicht aber da, wo das Zahnbein ganz entblöst ist, wie an der Kaufläche, an gefeilten Stellen u. s. w. — Der Fortgang der Caries ist der, dass das mit wuchernden Organismen (einem Infusorium, ähnlich einem Vibrio, das *Ficinus* Denticola nennt, den Fäden, die auch auf der Zunge sich finden, die *Ficinus* mit Unrecht mit den Denticolae zusammenbringt, Fadenpilzen [*Erdl*, *Klenke*, *Tomes*, ich]) besetzte missfarbige Schmelzoberhäutchen zuerst seiner Kalksalze verlustig geht und dann in eckige zellenartige Stückchen zerfällt, wie wenn es mit Salzsäure behandelt worden wäre. Dann schreitet derselbe Process durch den Schmelz auf das Zahnbein fort, immer zuerst denselben erweichend, so dass er nur noch 10 pCt. Asche enthält *(Ficinus)*, und dann ihn zersetzend. Das Zahnbein leidet hierbei mehr als der Schmelz und füllen sich seine Röhrchen zuerst mit der aus der Zersetzung hervorgehenden Flüssigkeit, die bis zur Pulpa geleitet werden und Schmerzen erzeugen kann, wenn nicht, wie *Tomes* fand, die Zahnröhrchen im angrenzenden Gesunden durch Niederschläge obliteriren oder die Pulpa durch im Cavum neu sich bildende Zahnbeinmassen geschützt wird *(Ficinus, Tomes)*. Später bildet sich in den Röhrchen ein bräunlicher Niederschlag und dann zerfällt die Substanz zwischen denselben ganz. So schreitet der Zerstörungsprocess immer weiter, bis schliesslich die Krone zusammenbricht und auch die Wurzel sich auflöst und endlich ausfällt. — In der Gelbsucht färben sich die Zähne nicht selten

leicht gelb, hie und da fast so intensiv wie die Haut, und bei Erstickten sollen dieselben manchmal roth sein, was beides nur durch Uebergang der Farbstoffe der Galle und des Blutes in die Zahnröhrchen zu erklären ist. In der Rachitis bleiben die Zähne frei. — In dem Schleim an den Zähnen wuchern immer viele von den fadenförmigen Pilzen, die soeben erwähnt wurden, in einer feinkörnigen Matrix, die Schleimkörperchen oder Epitheliumplättchen umgibt, ausserdem finden sich die Infusorien der cariösen Zähne und erdige Niederschläge der Mundflüssigkeiten. Sammelt sich dieser Schleim in grösseren Mengen an, so erhärtet er und bildet den Weinstein der Zähne, der nach *Berzelius* besteht aus. Erdphosphaten 79.0, Schleim 12.5, Ptyalin 1.0, organischer Materie löslich in Salzsäure 7.5.

Zur Untersuchung der Zähne dienen feine Schliffe und in Salzsäure erweichte Präparate. Um erstere schön zu erhalten, ist es durchaus nöthig, nur junge und frische Zähne zu verwenden, da sonst namentlich der Schmelz abspringt. Man entnimmt mit einer feinen Säge ein beliebiges Längs- oder Quersegment und schleift dasselbe erst auf einem gröberen, dann auf einem amerikanischen Schleifsteine so dünn als möglich; dann reinigt man den Schliff, polirt ihn zwischen zwei Glasplatten, bis seine Oberfläche möglichst glatt und glänzend ist und zieht ihn noch mit Aether aus, um anhängende Unreinigkeiten zu entfernen. Ist derselbe gut polirt und getrocknet, so sind alle Zahnröhrchen und Knochenhöhlen mit Luft gefüllt und kann der Schliff ohne weitere Zusätze unter einem Glasplättchen, das mit einem dicken und leicht festwerdenden Firniss fest gemacht wird, aufbewahrt werden. Solche polirte Schliffe sind allen anderen vorzuziehen, welche ihrer unebenen Oberfläche wegen mit verschiedenen Flüssigkeiten wie Canadabalsam, Terpentinöl u. s. w. bedeckt werden müssen, um bei starken Vergrösserungen untersucht werden zu können. Es dringt nämlich fast immer etwas von diesen Flüssigkeiten in die Zahnröhrchen ein und werden dieselben dann ganz hell und in ihren feineren Verästelungen undeutlich oder unsichtbar. Nur wenn ein Firniss recht dickflüssig ist, kann er noch dienen, sonst nicht. Beim Dünnschleifen von Zahnsegmenten kann man dieselben auch mit Canadabalsam auf ein Glasplättchen festkleben und so zuerst auf einer Seite mit einer Feile schleifen und poliren und dann, indem man den Schliff in dem erwärmten Balsam umwendet und wieder fest macht, auf der andern Seite. Wird der fertige Schliff mit Aether ausgezogen und getrocknet, so ist er ebenso schön wie ein nur mit Wasser bereiteter. — Zwei mittlere senkrechte Schliffe von vorn nach hinten, und von rechts nach links und Querschnitte durch die Wurzel und Krone genügen, um die wichtigsten Verhältnisse zu sehen, doch sollte man auch noch Schliffe haben, die die Oberfläche der Zahnhöhle und des Cementes, und die des Schmelzes zeigen, ferner verschiedene schiefe Schnitte und auch Querschnitte durch die Anfänge der Röhrchen der Wurzeln für die Anastomosen ihrer Zweige. Der Zahnknorpel ist durch Maceration in Salzsäure leicht darzustellen, nur dauert es je nach der Concentration der Säure und der Erneuerung derselben mehr oder weniger lang, in stärkerer Säure 3—4 Tage, in verdünnter 5—8. Will man einen ganzen Zahn so weich haben, dass die Röhrchen sich isoliren, so muss man ihn etwa 8 Tage in concentrirter Salzsäure liegen lassen; bei dünnen Schnitten von Zahnknorpel genügen hierzu 12—24 Stunden Behandlung mit Schwefel- und Salzsäure, und einige Stunden mit verdünntem Natron und *Kali causticum*. Sehr instructiv ist es auch, dünne Zahnschliffe in Säure zu maceriren und von Zeit zu Zeit, indem man sie auf untergeschobene Glasplättchen bringt, zu untersuchen, bis sie ganz verfallen. — Schmelzprismen isolirt man leicht an sich bildenden Schmelz, die Querlinien sieht man bei Betupfen mit Salzsäure am besten, die Querschnitte der Prismen auch an Längsschliffen in gewissen Schichten ziemlich gut. — Die erste Entwickelung studirt man an Embryonen von 2, 3—4 Monaten mit der Lupe oder dem einfachen Mikroskop und auf Querschnitten der in Spiritus erhärteten Theile, den Bau des Zahnsäckchens und die Bildung der Zähne an solchen von 4, 5 und 6 Monaten und an Neugebornen, an frischen Objecten und, wenn man die Verhältnisse des Schmelzorganes kennen lernen will, auch an Spirituspräparaten, an denen auch der Bau des letzteren sich gut erhält. — Die Pulpa fertiger Zähne gewinnt man beim Zersprengen derselben in einem Schraubstock und ihre Nerven sieht man em besten bei Zusatz von diluirtem Natron.

Literatur der Zähne. *L. Fränkel, De penitiori dentium humanorum structura observationes, Vratislav.* 1835; *A. Retzius*, Bemerkungen über den innern Bau der Zähne, in *Müll.* Arch. 1837; *J. Tomes, A course of lectures on dental physiology and surgery. London* 1848; *R. Owen, Odontography, London* 1840—45. 1 *Vol.* mit Atlas von 150 Tafeln, und *Article Teeth,* in *Cyclopaedia of Anatomy, IV, p.* 864; *Krukenberg*, Zur Lehre vom Röhrensysteme der Zähne und Knochen, in *Müll.* Arch. 1849, p. 403; *J. Czermák*, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der menschlichen Zähne, in Zeitschr. f. w. Zool. 1850. Bd. II. S. 295; *Arnold*, in der Salzburger med. Zeitung 1851, p. 236; *Raschkow, Meletemata circa dentium mammalium evolutionem, Vratisl.* 1835; *Goodsir*, in *Edinb. med. and surg. Journal* 1838, Nr. XXXI, 1. und Fr. N. Not. Nr. 199, 200, 202, 203; *Marcusen*, Ueber die Entwickelung der Zähne der Säugethiere, aus dem *Bulletin phys.-math. VIII.* Nr. 20. Petersburg 1850; *Huxley, on the development of teeth and on the nature and import of Nasmyth's persistent capsula*, in *Quart. Journal of microsc. scienc. III. p.* 149, *on the enamel and dentine of the teeth ibidem* 1855. *X. p.* 127, *on Hannover's paper on the teeth. ibidem XIX,* 1857; *Lent*, Beiträge zur Entwickel. d. Zahnbeines und Schmelzes, in Zeitschrift f. wiss. Zool. VI. Hft. 1; *A. Pander, de dentium structura, Petrop.* 1856. *Diss*; *J. Tomes, on the presence of soft tissue in the dentinal tubes* in *Phil. Trans.* 1856. *p.* 515, *on certain conditions of the dental tissues* in *Quart. Journal of micr. sc. XIV. XV.* 1856; *Hannover*, Die Entw. und der Bau des Säugethierzahnes. Breslau und Bonn 1856 (aus den Nov. Act. Ac. Nat. Cur.), *H. J. Halbertsma, Bijdrage tot de ziektekundige ontleedkunde der tanden. Amst.* 1856; *S. J. A. Salter, On certain appearances occurring in dentine*, im *Micr. Journal* 1. p. 152. und *On the intrinsic calcification of the permanent toothpulp* in *Guy's hospital reports.* 3. *Ser. Vol. I; Fürstenberg.* in *Müll.* Arch. 1857. I. — Ueber die Zahncaries sind zu vergleichen: *Erdl*, in Allgem. Zeitung für Chirurgie von *Rohatszch*, 1843. Nr. 19; *Ficinus*, im Journal für Chirurgie von *Walther* und *Ammon*, 1846. S. 1 und *Klenke*, Die Verderbniss der Zähne, Leipzig 1850. Die vergleichende Anatomie der Zähne findet sich in Bezug auf mikroskopische Verhältnisse abgehandelt in den citirten Werken von *Owen* und *Retzius*, dann bei *Erdl*, in den Abhandlungen d. math.-phys. Classe der Kön. Bayer. Akad. Bd. III. Abth. 2; *Tomes*, in den *Philos. Transactions*, 1849, 50. *(Marsupialia* und *Rodentia)*; *Agassiz*, in den *Poissons fossiles; Henle* und *J. Müller*, Systemat. Beschreibung der Plagiostomen, 1838.

III. Von den Schlingorganen.

1. Schlundkopf (Pharynx).

§. 147.

Mit dem Schlundkopf, *Pharynx,* beginnt der Darm selbständiger zu werden und eine besondere Lage quergestreifter Muskeln, die *Constrictores* und *Levatores,* anzunehmen, die jedoch noch nicht rings um denselben herumgeht und auch noch grösstentheils von Knochen entspringt. Die Dicke der Wände des *Pharynx* von 2''' im Mittel beruht einem guten Theile nach auf dieser Muskelschicht, die aussen von einer straffen Faserhaut aus Bindegewebe und elastischen Fasern umhüllt wird und innen durch eine Schicht von Unterschleimhautgewebe von der Schleimhaut sich scheidet. Diese letztere ist blasser als die der Mundhöhle und in der obern und untern Hälfte des *Pharynx* in ihrem Baue ziemlich verschieden. An letzterem Orte, d. h. unterhalb der *Arcus pharyngo-palatini* oder in der Region, durch welche die Speisen treten, besitzt dieselbe ein Pflasterepithelium von demselben Bau und der nämlichen Dicke wie die Wandungen der Mundhöhle, oberhalb derselben

dagegen, mithin an der hintern Fläche des weichen Gaumens vom scharfen Rande desselben an, an der obern Seite des Zäpfchens, im Umkreis der Choanen und Ohrtrompeten und am Rachengewölbe ein Flimmerepithelium mit denselben Eigenschaften wie in der Nasenhöhle und dem Kehlkopf, auf dessen später folgende Beschreibung verwiesen wird. In diesem obern oder respiratorischen Abschnitt ist die Schleimhaut auch röther, dicker und drüsenreicher als im untern, sonst aber so ziemlich gleich gebaut, mit der einzigen Ausnahme, dass hier keine Papillen sich finden, welche jedoch auch in dem untern Abschnitte stellenweise sehr unentwickelt und spärlich sind und selbst ganz zu fehlen scheinen. Verglichen mit der Mundhöhle finde ich in der Mucosa des *Pharynx* viel mehr und stärkeres elastisches Gewebe, das in den tiefern Lagen zusammenhängende, sehr dichte elastische Häute bildet.

Von Drüsen enthält der *Pharynx* zweierlei: einmal gewöhnliche traubenförmige Schleimdrüschen (siehe oben §. 136) und zweitens Balgdrüschen. Die ersten von $\frac{1}{3}$—1''' Grösse und mit deutlichen Mündungen finden sich besonders im obern Theile des *Pharynx*, wo sie an der hintern Wand, in der Nähe der *Ostia pharyngea* der *Tubae Eustachii* und an der hintern Fläche des *Velum* eine ganz continuirliche Schicht bilden, weiter unten um so spärlicher, je näher man der Speiseröhre kommt. — Balgdrüsen und zwar einfache sowohl als auch zusammengesetzte, analog den Tonsillen, bietet das Schlundkopfgewölbe dar. Ich finde da, wo die Schleimhaut fest an die Schädelbasis geheftet ist, constant eine bis zu vier Linien dicke und von einer Tubaöffnung bis zur andern sich erstreckende Drüsenmasse, die, abgesehen davon, dass die Dimensionen meist kleinere sind, im Wesentlichen ganz den Bau der Tonsillen zeigt (siehe §. 138). Ausser dieser Drüsenmasse, die auch *Lacauchie* gesehen zu haben scheint *(Traité d'hydrotomie.* 1853. *Tab. II. Fig.* 10*)* deren grösste Einsackungen in der Mitte der Decke des *Pharynx* und in den *Recessus* hinter den Tubenöffnungen sich finden und die bei alten Leuten häufig erweiterte, mit eiterähnlichen Massen gefüllte Höhlungen zeigt, während sie bei Kindern und Neugebornen meist ebenso hyperämisch ist, wie die Tonsillen, kommen rings um die Mündungen der Tuben und auf denselben, ferner gegen die Choanen zu, an der hintern Seite des Gaumensegels und an den Seitenwänden des Schlundkopfes bis in die Höhe der Epiglottis mehr oder minder zahlreich kleinere und grössere Bälge vor, deren Grösse für Mündungen der Schleimdrüsen zu bedeutend ist, und die wahrscheinlich denselben Bau wie die einfachen Bälge der Zungenwurzel haben, und die Ausführungsgänge der Schleimdrüsen aufnehmen.

Die Schleimhaut des *Pharynx* ist reich an Blut- und Lymphgefässen. Die ersten bilden oberflächlich ein mehr langgestrecktes Maschennetz, steigen aber auch als kurze Schlingen in die rudimentären Papillen hinein. Die Nerven sind sehr zahlreich, bilden oberflächliche und tiefere Netze, erstere mit feinen hie und da sich theilenden Fasern von 0,001—0,0015''', deren letzte Endigung nach den neuesten Untersuchungen von *Billroth* (l. i. c.) beim Kinde und bei Amphibien ein Netz blasser Fasern, von derselben Art, wie ich es aus der Haut der Maus beschrieb, darzustellen scheint. Bei Schildkröten sah *B.* in diesem Netz auch Ganglienzellen ein-

gestreut und *Remak* fand schon vor Jahren im *Plexus pharyngeus* wirkliche Ganglien.

2. Speiseröhre.

§. 148.

Die $1\frac{1}{3}-1\frac{3}{4}'''$ dicken Wände der Speiseröhre, *Oesophagus*, bestehen zu äusserst aus einer bindegewebigen Faserhaut mit ausgezeichnet schönen elastischen Fasern. Dann folgt eine $\frac{1}{4}-1'''$ dicke Muskelhaut mit einer äusseren $0,5'''$ dicken Längsfaserschicht und einer innern Ringfaserhaut von $0,24-0,3'''$, die, beide dicht aneinander gelegen, vom *Pharynx*, wo die Längsfasern mit zwei Bündeln aus dem *Constrictor infimus* und mit einem dritten vom Ringknorpel aus sich entwickeln, bis zum Magen sich erstrecken, in dessen Muskeln sie sich zum Theil fortsetzen. Am obern Drittheile der Speiseröhre bis zum Eintritte in den Thorax sind diese Muskeln nur quergestreift und bilden deutliche hie und da anastomosirende Bündel von $0,04-0,24'''$. Weiter abwärts treten, und zwar zuerst in der Ringfaserschicht, und dann auch unter den Längsfasern, glatte Muskelfasern von demselben Baue wie beim Darm (siehe unten) auf, die an Menge immer mehr zunehmen, bis schliesslich am untern Viertheil ungemein vorwiegend glatte Muskulatur sich findet. Einzelne quergestreifte Fasern finden sich jedoch nach *Ficinus* bis zur *Cardia*. Nach *Treitz* beginnen die Längsfasern mit elastischen Fasern, die zwischen die quergestreiften Bündel sich einschieben; viele Längsbündel zweigen sich auch von der äussern Oberfläche der Speiseröhre ab und verlieren sich theils an den elastischen Fasern der äussern Haut, theils an benachbarten Organen, wie namentlich an der hintern Wand der *Trachea*, am linken *Mediastinum (M. pleuro-oesophageus Hyrtl)*, an der Aorta, am linken *Bronchus (M. broncho-oesophageus Hyrtl)*. Zu innerst folgt, durch eine weisse nachgiebige Lage von submucösem Bindegewebe (*Tunica nervea* der Aeltern) von der Muskelhaut geschieden, die blassröthliche, nach unten weissliche Schleimhaut. Von der Gesammtdicke derselben von $0,36-0,45'''$ kommen $0,1-0,12'''$ auf ihr geschichtetes Pflasterepithelium, das denselben

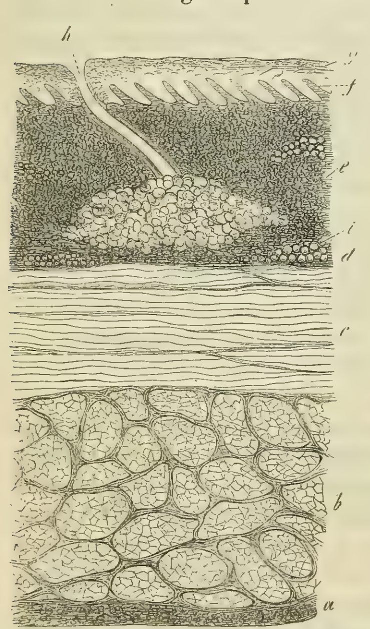


Fig. 211.

Fig. 211. Querschnitt der Speiseröhre des Menschen aus der Mitte. Vergr. 50. *a*. Faserhülle. *b*. Längsmuskeln. *c*. Quermuskeln. *d*. *Tunica nervea*. *e*. Längsmuskeln der Mucosa. *f*. Papillen. *g*. Epithel. *h*. Mündung einer Schleimdrüse. *i*. Fettträubchen.

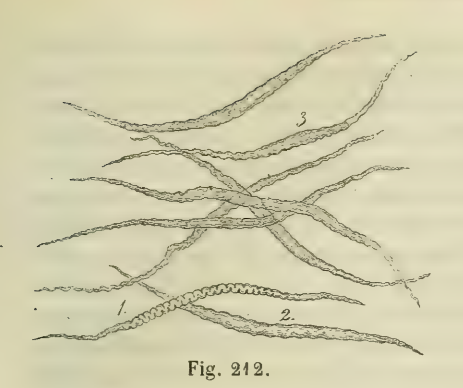


Fig. 212.

Bau zeigt, wie in der Mundhöhle, mit der Ausnahme jedoch, dass die wirklichen Epithelialplättchen wohl die Hälfte des Ganzen ausmachen und nach kurzer Maceration, an Leichen häufig ohne Weiteres, zum Theil mit den tieferen Lagen in grossen weissen Fetzen sich abziehen. Die eigentliche Schleimhaut, im Mittel von 0,3‴, besitzt zahlreiche, kegelförmige Papillen von 0,04—0,05‴ Länge und besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe mit feineren elastischen Fasern, in dem jedoch, wie ich gefunden habe, eine grosse Menge von longitudinalen glatten Muskelbündeln und ausserdem mehr vereinzelte Gruppen von gewöhnlichen Fettzellen und kleine traubenförmige Schleimdrüschen zu treffen sind.

An Gefässen und Saugadern ist die Speiseröhre mässig reich, und bilden die ersteren in den Papillen einfache Schlingen und an der Basis derselben ein mässig weites Capillarnetz wie im *Pharynx.* Nerven sieht man auch in der Schleimhaut in bedeutender Anzahl hier mit feinen Fasern von 0,0012—0,0015‴ und enden dieselben wahrscheinlich wie im Schlund. Nach *Remak* finden sich auch an den Speiseröhrennerven Ganglien.

Literatur. *C. Th. Tourtual*, Neue Untersuchungen über den Bau des menschlichen Schlund- und Kehlkopfes. Leipzig 1846.

IV. Vom Darm im engern Sinne.

§. 149.

Die zum Darm im eigentlichen Sinne gehörenden Theile sind die am freiesten gelagerten des ganzen *Tractus* und fast alle durch besondere Bänder, die Gekröse, *Mesenteria,* in der grossen, vom Bauchfelle ausgekleideten Bauchhöhle befestigt. Ihre Wände bestehen, mit Ausnahme eines kleinen Theiles des Mastdarmes, überall aus drei Häuten, einer *Serosa,* dem *Peritonaeum*, einer *Muscularis* mit zwei, selbst drei Lagen und einer *Mucosa,* und enthalten in der letztern eine ungemeine Zahl von drüsigen Gebilden, die in drei Gruppen, traubenförmige Schleimdrüsen, Schlauchdrüsen und geschlossene Bälge, zerfallen.

§. 150.

Das Bauchfell, *Peritonaeum*, ist in seinem äussern oder parietalen Blatte bedeutend dicker und fester als in seinem innern oder visceralen (hier

Fig. 212. Muskulöse Faserzellen aus der Oesophagusschleimhaut des Schweines nach Behandlung mit Salpetersäure von 20 pCt., 150mal vergr.

0,02—0,03‴, dort 0,04—0,06‴), zeigt jedoch an beiden Orten im Wesentlichen denselben Bau und besteht vorzüglich aus Bindegewebe mit deutlichen, verschiedentlich sich kreuzenden Bündeln und zahlreichen Netzen elastischer Fasern, die im parietalen Blatte stärker sind. Ein subseröses lockeres Bindegewebe mit mehr oder weniger Fett verbindet das Bauchfell mit andern Organen oder wie in den Gekrösen, einzelne Lamellen untereinander, ist jedoch unter dem visceralen Blatte mit Ausnahme gewisser Stellen *(Colon, appendices epiploicae)* sehr wenig entwickelt oder selbst gar nicht nachzuweisen, wie in gewissen Bauchfellbändern. Die freie Fläche beider Bauchfelllamellen wird von einem einfachen Pflasterepithelium überzogen, dessen leicht abgeplattete polygonale kernhaltige Zellen 0,01‴ im Mittel betragen und so fest zusammengefügt sind, dass die freie Fläche der *Serosa* vollkommen glatt und wegen ihres stets leicht feuchten Zustandes auch glänzend erscheint.

Die Blutgefässe des *Peritonaeum* sind im Allgemeinen spärlich und noch am zahlreichsten in den Netzen und im visceralen Blatte, ferner im subserösen Gewebe, in welch letzterem allein bis jetzt Lymphgefässe nachgewiesen sind. Wenig zahlreich sind auch die Nerven, die vorzüglich im Netz, den Gekrösen, am Zwerchfell, in der Milz- und in den Leberbändern, an den letzten Orten vom *Phrenicus* her *(Luschka)* im Begleit der Arterien sich nachweisen liessen.

§. 151.

Muskelhaut des Darmes. Alle Theile des *Tractus* vom Magen bis zum Mastdarm besitzen eine besondere *Muscularis*, die jedoch nicht überall gleich sich verhält.

Am Magen ist die Muskelhaut nicht überall von gleicher Dicke und zwar am *Fundus* ganz dünn (¼—⅓‴), in der Mitte ungefähr ½‴, in der *Regio pylorica* endlich ¾, selbst 1‴ dick. Sie besteht aus 3, jedoch nicht vollständigen Schichten: 1) Längsfasern zu äusserst, einmal als Ausstrahlung eines Theiles der Längsfasern des *Oesophagus*, von dem aus die an der kleinen *Curvatur* bis zum *Pylorus* sich erstrecken, während die andern an der vordern und hintern Magenwand und an der obern Seite des *Fundus* frei auslaufen, dann auch als selbständige Fasern an der rechten Magenhälfte, von wo sie straff angespannt auf das *Duode-*

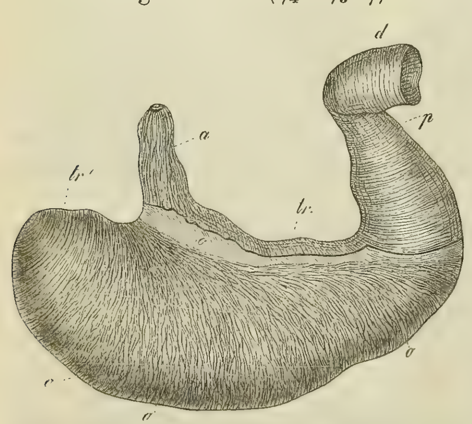


Fig. 213.

Fig. 213. Magen des Menschen, verkleinert. *a.* Oesophagus mit den Längsfasern. *tr.* Querfasern (zweite Lage) grösstentheils abpräparirt. *tr'* Querfasern am *Fundus. o. Fibrae obliquae. p. Pylorus. d. Duodenum.*

num übergehen; 2) Ringmuskeln von der rechten Seite der *Cardia* an bis zum *Pylorus* und hier am stärksten, wo sie den sog. *Sphincter pylori* bilden; 3) schiefe Fasern zu innerst (Fig. 213), die zusammenhängend mit besonderen Ringmuskeln am *Fundus* denselben schleifenförmig umfassen, und an der vordern und hintern Magenwand schief gegen die *Curvatura major* verlaufen, wo sie zum Theil mit elastischen Sehnen *(Treitz)* an die Aussenseite der Schleimhaut sich ansetzen, zum Theil untereinander zusammenhängen (s. auch die guten Abbildungen in *Beau* und *Bonamy III. Pl.* 14).

An den dünnen Gedärmen ist die Muskelhaut am *Duodenum* und den obern Theilen etwas dicker als an den untern, im Allgemeinen von $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{6}'''$, und nur aus Längs- und Querfasern zusammengesetzt. Die ersten sind immer schwächer und bilden auch keine vollständige Schicht, indem sie am Gekrösrande sehr spärlich sind oder gänzlich fehlen; am freien Rande sind sie gewöhnlich am deutlichsten, doch ziehen sie auch hier leicht mit der *Serosa* sich ab, so dass gleich die zweite Schicht entblöst wird. Diese ist vollständig, geht in die *Valvula Bauhini*, aber nicht in die *Kerkring*'schen Falten ein und besteht aus ringförmigen Bündeln, die nicht selten unter sehr spitzen Winkeln anastomosiren. Der *Musc. suspensorius duodeni*, *Treitz*, ist ein bis $1\frac{1}{2}''$ langer, etwa $1''$ breiter und $1'''$ dicker glatter Muskel, welcher vom obern Rande des letzten Endes des *Duodenum* entspringt und mit elastischen Sehnen an dem dichten Bindegewebe sich verliert, welches die *Art. coeliaca* umgibt, und auch mit Ausläufern der innern Schenkel des Zwerchfells zusammenhängt (l. c. Tab. II.).

Am Dickdarm sind die Längsfasern auf die drei *Ligamenta coli*, 4—$6'''$, selbst $8'''$ breite, $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}'''$ dicke Muskelbänder, reducirt, die am *Coecum* beginnen und an dem *S romanum* in zwei rechts und links gelegene Bündel zusammenfliessen, die, verbunden mit besondern selbständigen Fasern, die Längsmuskelschicht des Mastdarmes bilden. Unter diesen Bändern liegt eine zusammenhängende Ringfaserlage, dünner als am Dünndarme und besonders in den unter dem Namen *Plicae sigmoideae* bekannten Duplicaturen entwickelt.

Der Mastdarm hat eine $1'''$ und darüber dicke Muskellage, an der die stärkeren Längsfasern aussen, die Ringfasern innen liegen. Das letzte etwas dickere Ende der Ringfasern ist der *Sphincter ani internus*, mit dem dann der quergestreifte *Sphincter externus* und *Levator ani* sich verbinden. Die Längsfasern enden nach *Treitz* mit elastischen Sehnen, welche theils an die Beckenbinde sich inseriren, theils den *Sphincter ani externus* durchbohren und im subcutanen Bindegewebe der Anusgegend sich verlieren. Nichts desto weniger ist die Längsmuskelschicht unterhalb der Beckenbinde stärker, was nach *Treitz* daher rührt, dass von dieser Binde, dann vom *Levator* und vom Steissbein *(M. recto-coccygeus Treitz)* auch neue solche Fasern entspringen, von denen auch einige dem innern Ringmuskel sich beimengen. Den sogenannten *Nelaton*'schen *Sphincter superior* läugnen *Treitz* und *Kohlrausch*.

Mit Bezug auf ihren elementären Bau gehören alle Muskeln des eigentlichen Darmes zu den sogenannten glatten oder ungestreiften (vegetativen, organischen) Muskeln (siehe §. 32). Die Elemente derselben oder die

Faserzellen sind spindelförmig, in der Mitte 0,002—0,003‴ breit und abgeplattet, 0,06—0,1‴ lang (im Magen fand *Snellen* [*Ned. Lanc.* 5. *Jaarg. p.* 309] die Muskelfasern 0,35—0,55^{mm} lang), blass und homogen mit einem 0,006—0,012‴ langen, 0,001—0,0028‴ breiten Kern, der nach *Lehmann* an mit Wasser macerirten Muskeln nicht sichtbar ist, nach *Henle* auch bei beginnender Fäulniss spurlos verschwindet, was ich dadurch erklären möchte, dass diese Kerne äusserst leicht aus den Faserzellen heraustreten. — Viele der Fasern besitzen knotige Anschwellungen, manchmal auch zickzackförmige Biegungen, die das, namentlich an Spirituspräparaten so häufige, quergebänderte Ansehen der ganzen Bündel solcher Muskeln bewirken. Die Anordnung der Faserzellen in den verschiedenen Muskelstratis ist einfach die, dass dieselben, der Länge und Breite nach aneinander gereiht und miteinander verklebt, dünne Muskelbänder bilden, die dann, jedes von etwas Bindegewebe umhüllt und häufig auch zu noch stärkeren Bündeln vereint, die dünneren oder dickeren Muskelhäute der verschiedenen Regionen darstellen, die ebenfalls von bedeutenden Lagen von Bindegewebe bekleidet und von den benachbarten Theilen geschieden sind.

Die Blutgefässe der glatten Muskeln sind sehr zahlreich und bilden ihre 0,003—0,004‴ breiten Capillaren ein characteristisches Netz mit rechteckigen Maschen. Von etwaigen Lymphgefässen der Muskeln selbst ist nichts bekannt, was dagegen die Nerven anlangt, von denen wir bis jetzt nichts wussten, als dass dieselben nach *Ecker* in der *Musculosa* des Magens des Frosches und Kaninchens Theilungen darbieten, so hat in neuester Zeit *Meissner* die interessante Entdeckung gemacht, dass die ganze *Submucosa* des Frosches vom Magen an abwärts einen

Fig. 214.

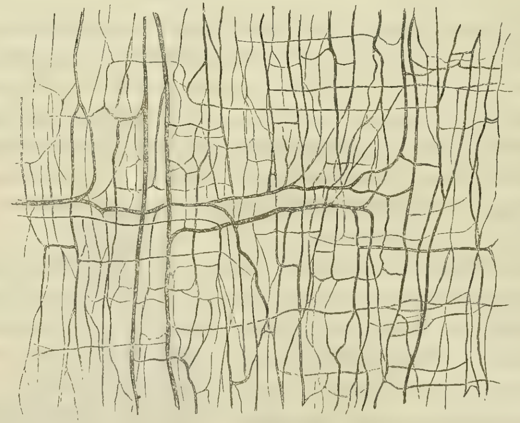


Fig. 215.

Fig. 214. Muskulöse Faserzelle aus dem Dünndarm des Menschen.

Fig. 215. Blutgefässe der glatten Muskeln des Darmes. Nach einer *Gerlach*'schen Injection. Vergr. 45.

reichen Nervenplexus mit vielen Ganglien enthält, dessen Aeste besonders der *Muscularis* anzugehören scheinen. Die Ganglienzellen sind unipolare mit zwei und bipolare mit 2—3 Fortsätzen, dagegen nicht multipolar. Nach *Billroth* scheinen die Nerven auch hier mit feinsten Netzen zu enden.

Schleimhaut des Magens.

§. 152.

Im Magen ist die Schleimhaut weich und locker, während der Verdauung, mit Ausnahme einer kleinen, 3/4″ breiten grauen Zone am *Pylorus*, der auch eine ähnliche an der *Cardia* entsprechen kann, lebhaft grauroth bis rosenroth, sonst graulich. An ihrer innern Oberfläche finden sich bei leerem Magen besonders Längsfalten, die jedoch bei der Füllung sich verstreichen. Ausserdem zeigen sich, namentlich im Pylorustheil um die Mündungen der schlauchförmigen oder Magensaftdrüsen herum, kleine netzförmig verbundene Fältchen oder auch isolirte Zöttchen *(Plicae villosae Krause)* von 0,024—0,048‴, selbst 0,1‴ (1/30—1/20‴ *Kr.*), und nicht selten ist auch die Schleimhaut wiederum besonders rechts durch seichte Vertiefungen in leicht erhabene polygonale Felder von 1/2, 1 1/2—2‴ getheilt, welchen sogenannten «*État mamelonné*» der pathologischen Anatomen auch ganz gesunde Mägen darbieten. Am dünnsten, von 1/6—1/4‴, ist die *Mucosa* an der *Cardia*, in der Mitte verdickt sie sich bis zu 1/2‴ und im Pylorustheile oft bis zu 3/4 und 1‴, ein Verhalten, das einzig und allein auf Rechnung ihrer Drüsenlage zu setzen ist, indem Epithelium und Muskellage derselben überall ungefähr dieselbe Dicke haben. Das submucöse Gewebe ist reichlich und besitzt, wie überall, am Darm auch einzelne Fettzellen.

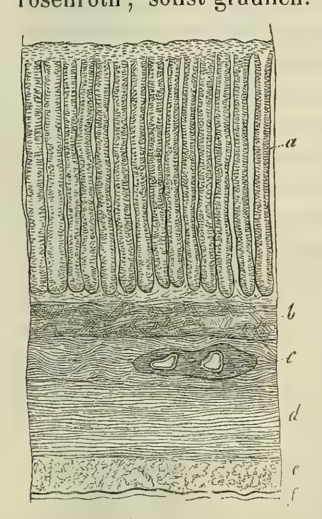


Fig. 216.

§. 153.

Magendrüsen. Die Drüsen des Magens zerfallen in Magenschleim- und Magensaftdrüsen. Letztere, die wichtigsten Theile der Schleimhaut, erscheinen in zwei Formen, die jedoch nicht als scharf geschieden anzusehen sind. Die einen oder die einfach schlauchförmigen liegen in der grossen, mittleren, während der Verdauung lebhaft rothen Zone des Magens und erstrecken sich, eine dicht neben der andern, so ziemlich gerade durch die ganze Dicke der Schleimhaut bis zu ihrer Muskellage und sind mithin, je nach

Fig. 216. Senkrechter Schnitt durch die Häute des Schweinemagens, vom *Pylorus*. Vergr. 30. *a*. Drüsen. *b*. Muskellage der *Mucosa*. *c*. Submucöses Gewebe (*Tunica nervea*) mit durchschnittenen Gefässen. *d*. Quermuskellage. *e*. Längsmuskelschicht. *f*. *Serosa*.

den Gegenden des Magens, $\frac{1}{5}$—$\frac{3}{4}'''$, selbst 1''', im Mittel $\frac{1}{2}'''$ lang. Dieselben beginnen immer zu mehreren im Grunde ganz kurzer von Cylinderepithel ausgekleideter Grübchen der Magenoberfläche, die kaum mehr zu den Drüsen zu zählen sind, als cylindrische Schläuche von 0,03—0,04''' Breite, die im Abwärtssteigen oft bis zu 0,014—0,02''' sich verschmälern und mit einer flaschen- oder kolbenförmigen Anschwellung von 0,02—0,026—0,036''' enden. Das untere Drittheil der Drüsen ist meist, besonders gegen den *Pylorus* zu, wellenförmig gebogen, ja oft sogar korkzieherartig gedreht und ziemlich häufig theilt sich dasselbe auch in zwei kurze Aeste, so wie denn überhaupt an den untern zwei Drittheilen der Drüsen kurze blinde Anhänge in einfacher oder mehrfacher Zahl nicht selten sich finden. Nichts destoweniger sind, abgerechnet von einfachen leichten Ausbuchtungen, die allerdings sehr gewöhnlich sind, aber von wirklichen blinden Anhängen unterschieden werden müssen, die überwiegende Mehrzahl der Drüsen dieser Gegend einfach und kommen Drüsen, die man mit Recht traubenförmige nennen könnte, in derselben nicht vor. Jede Magendrüse wird von einer zarten *Membrana propria* umgeben und besitzt als Inhalt die sogenannten Labzellen, feinkörnige blasse, 0,006—0,01''' grosse, polygonale kernhaltige Zellen, welche bald nach Art eines einfachen Epithels ein enges Lumen umgeben, bald die Schläuche der *Membrana*

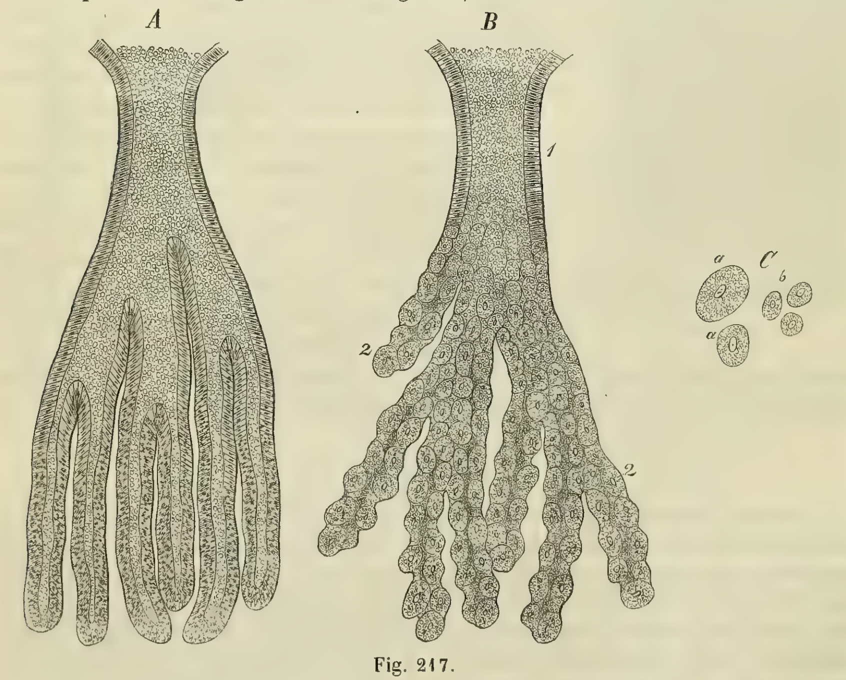


Fig. 217.

Fig. 217. Zusammengesetzte Drüsen aus dem menschlichen Magen, 100mal vergr. *A*. Magenschleimdrüse vom Pylorustheil. *B*. Magensaftdrüse von der *Cardia*. 1. Gemeinschaftliche Ausmündungshöhle *(stomach cell Todd-Bowman)*. 2. Die einfachen Schläuche bei *A* mit Cylindern, bei *B* mit Labzellen. *C*. Einzelne Labzellen, 350mal vergr. *a*. grössere, *b*. kleinere.

propria ganz erfüllen und im Grunde derselben ohne Ausnahme minder deutliche Membranen besitzen als in den obern Theilen.

Zusammengesetzte schlauchförmige Magensaftdrüsen (Fig. 217 *B*) enthält eine schmale Zone an der *Cardia*. Dieselben beginnen mit einem 0,04 — 0,08‴ langen, 0,03 — 0,04‴ breiten, von Cylindern ausgekleideten Gange *(Stomach cell Todd-Bowman)*, der dann fast wie von einem Punkte aus zuerst in zwei oder drei und dann in vier bis sieben ziemlich gleich lange, cylindrische, mit Labzellen besetzte oder gefüllte Schläuche sich spaltet, welche nebeneinander bis in die Tiefe der *Mucosa* verlaufen. Was diese Drüsen besonders noch auszeichnet, sind die äusserst zahlreichen und sehr bedeutenden einfachen Ausbuchtungen der Endschläuche, die denselben ein eigenthümlich varicöses unregelmässiges Ansehen geben, und dann dass die Labzellen häufig kleine Fettkügelchen enthalten, was die Drüsenenden dunkel erscheinen lässt. Neben diesen Drüsen scheinen auch noch einfache spärlich vorzukommen, dagegen fehlen ächte traubenförmige Drüsen mit baumförmiger Verästelung des Ausführungsganges und rundlichen Endbläschen ganz, obschon dieselben noch im letzten Stück der Oesophagusschleimhaut sich finden.

Die Magenschleimdrüsen (Fig. 217 *A*) finden sich nur an der blassen Pyloruszone, sind zusammengesetzt schlauchförmig und gleichen den eben beschriebenen in der Grundform ganz, ausser dass die Schläuche in allen Theilen grösser sind. Dagegen fehlen die Labzellen ganz und sind selbst die hier vollkommen cylindrischen Endschläuche mit kurzen Cylindern erfüllt, in denen jedoch meist wie an der *Cardia* Fettkörnchen enthalten sind. Einfache Drüsen fehlen, dagegen scheinen nach *Donders* in gewissen Fällen ächte traubenförmige dicht am *Pylorus* sich zu finden.

Bei Thieren sind, wie *Todd-Bowmann* zuerst beim Hund, ich und *Donders* bei vielen andern Säugern gezeigt haben, die Magendrüsen überall doppelter Art, Magenschleimdrüsen mit Cylinderepithelium und Magensaftdrüsen mit ähnlichen Zellen wie sie auch beim Menschen sich finden. Ausführliche Beschreibung einiger Formen enthält meine Mikr. Anat. II. 2. p. 140 flgd. und *Donders* l. c.

Den zwei Formen der Magendrüsen entsprechen zwei verschieden wirkende Secrete, ein Verhältniss auf das *Wasmann* zuerst aufmerksam gemacht hat und das von mir ausser allen Zweifel gesetzt worden ist (Mikr. Anat. II. 2), ebenso von *Donders* (l. c.). Beim Hunde finden sich Drüsen mit Cylinderepithelium am *Pylorus*, Drüsen mit rundlichen Zellen in den übrigen Theilen des Magens, ebenso bei Wiederkäuern, beim Pferde, Hasen, bei der Katze und beim Kaninchen, wogegen beim Schweine nur die Mitte des Magens, besonders die *Curvatura major*, der Sitz derselben ist. Eine Reihe von künstlichen Verdauungsversuchen, die ich im Verein mit Herrn Dr. *med. Goll* aus Zürich besonders mit der Magenschleimhaut des Schweines anstellte, ergab als ganz bestimmtes Resultat, dass die Drüsen in Bezug auf ihre auflösende Kraft ganz verschieden sich verhalten, indem diejenigen mit runden Zellen angesäuert geronnene Proteinverbindungen in kürzester Zeit bewältigen, die mit Cylinderepithel dagegen entweder gar nichts vermögen oder nur nach langer Zeit eine geringe Wirkung zu Wege bringen. Eben so bietet auch der Magen nur da, wo die ersten Drüsen sitzen, eine exquisit saure Reaction dar. Diese Erfahrungen sind in der neuesten Zeit von *Donders* und mir auch für den Menschen bestätigt worden. — Der wirksamste organische Stoff, das *Pepsin*, sitzt in den feingranulirten rundlichen Zellen der Magensaftdrüsen, aus denen er schon durch

Wasser, namentlich wenn es schwach angesäuert ist, ausgezogen werden kann, welche Zellen mithin allerdings den Namen Labzellen (*Frerichs*) verdienen Von diesen Zellen werden die in den obersten Theilen der Drüsen befindlichen, die ich beim Menschen viel kleiner finde, als die tieferen, wie wenn sie durch Theilung aus denselben entstanden wären, häufig nach aussen entleert und betheiligen sich dieselben dann direct an der Verdauung; andere Male bleiben dieselben auch während der Digestion alle oder fast alle in den Drüsen sitzen und dann zieht der flüssige Theil des Magensaftes, indem er nach aussen tritt, das Wirksame aus denselben aus. —

Der Magenschleim überzieht als eine dünnere oder dickere Kruste den ganzen Magen und ist da, wo die Schleimdrüsen sitzen, meist stärker entwickelt. Derselbe stammt, wie *Todd-Bowman* zuerst richtig angaben (*Part. III.* 1847. p. 192), aus den cylindrischen Zellen der Magenoberfläche und der Magenschleimdrüsen, was später von *Donders* und mir bestätigt worden ist, und sickert entweder aus denselben heraus, oder er wird aus den sich ablösenden und berstenden Zellen frei, die oft in grosser Menge die Oberfläche des Magens überziehen. Wie im letztern Falle, der in den Drüsen selbst nicht vorzukommen scheint, das Epithel sich wieder ersetzt, ist noch nicht klar. Wahrscheinlich theilen sich die Cylinder, bevor sie sich abstossen, in der Quere, wie man denn auch in der That häufig zwei Kerne in ihnen sieht, und stösst sich nur das äussere Stück ab. Vielleicht entleeren auch die Cylinder ihren Schleim, ohne sich abzulösen, wie *Todd-Bowman* annehmen, indem sie am freien Ende vorübergehend eine Oeffnung bekommen, wie man sie in der That sehr häufig an abgestossenen Zellen sieht.

§. 154.

Das ausser den Magendrüsen die Schleimhaut bildende Gewebe ist, wie wir schon sahen, sehr spärlich. Nur am Grunde der Drüsen erscheint dasselbe als eine zusammenhängende, feste, röthliche Schicht von 0,022—0,044‴ Dicke (*Brücke*) der Muskellage der Schleimhaut, mit durcheinander geflochtenen Bündeln von gewöhnlichem Bindegewebe und von glatten Muskeln, von denen die letzteren besonders in zwei Richtungen sich kreuzen und beim Schwein und, wie ich neulich sah, auch beim Menschen selbst zwischen die Drüsen und in die *Plicae villosae*, eingehen. Ausserdem finden sich zwischen den Drüsen noch Gefässe und eine amorphe Bindesubstanz ohne elastische Fäserchen, die an der Oberfläche der Schleimhaut ein helles, ganz homogenes Stratum, die structurlose Haut der Autoren, bildet, das mit den *Membranae propriae* der einzelnen Drüsenschläuche zusammenhängt, aber nicht wie diese sich isoliren lässt.

Die ganze innere Oberfläche des Magens von der *Cardia* an, wo das Pflasterepithelium der Speiseröhre mit einem scharfen und gezackten Rande aufhört, besitzt einen einfachen Ueberzug von cylindrischen Zellen von 0,01‴ mittlerer Länge, die ohne Zwischenlage direct auf dem äussersten homogenen Theile der Schleimhaut aufsitzen. Die Verbindung dieses Cylinderepithelium, dessen sonstige Verhältnisse beim Dünndarm, wo eine ganz gleiche Lage sich findet, besprochen werden sollen, mit der Schleimhaut ist im Leben ganz fest, jedoch nicht so sehr, dass dessen Elemente nicht zeitenweise in Folge der mechanischen Eingriffe, wie sie im Magen stattfinden müssen, einzeln oder in Menge sich loslösen könnten. Nach dem Tode geschieht dies so leicht, dass man beim Menschen nur in sehr günstigen Fällen Gelegenheit hat, die Zellen *in situ* zu sehen.

Ausser den schlauchförmigen Drüsen enthält der Magen auch, jedoch nicht constant und in sehr wechselnder Anzahl, geschlossene Follikel oder sogenannte linsenförmige Drüsen, die mit den solitären Follikeln des Dünndarms ganz übereinstimmen und daher hier nicht weiter besprochen werden sollen; bei Thieren (wie beim Schweine) finden sich auch kleine *Peyer*'sche Haufen.

Die Blutgefässe der Magenschleimhaut sind sehr zahlreich und in ihrer Vertheilung ganz characteristisch (vgl. die Fig. 218 von den Gefässen des Dickdarmes, deren Anordnung fast gleich ist). Die Arterien zertheilen sich schon im submucösen Bindegewebe so, dass sie nur mit feineren Stämmchen zur Schleimhaut gelangen, in der sie, allmählich zu Capillaren sich verfeinernd, in grosser Zahl senkrecht zwischen den Drüsen aufsteigen und ein die Schläuche derselben umspinnendes Netz feiner Capillaren von 0,002—0,003''' bilden, das bis an die Drüsenmündungen sich hinzieht. Hier setzt sich dasselbe, das durch den ganzen Magen continuirlich zu denken ist, in ein oberflächliches Netz etwas stärkerer Capillaren von 0,004—0,008''' fort, das beim Menschen mit polygonalen Maschen von 0,02—0,04''' die Drüsenmündungen ringförmig umgibt und je nach der Breite der Zwischenräume und dem Vorkommen von Erhebungen an denselben entwickelter oder einfacher ist, jedoch nie aus einfachen Gefässringen zu bestehen scheint. Aus diesem Netz erst entspringen dann immer mit mehreren Wurzeln verhältnissmässig weite Venen, die in grösseren Entfernungen als die Arterien, ohne weiter noch Blut aufzunehmen, die Drüsenlage durchsetzen und an der Aussenfläche der Schleimhaut oft unter rechtem Winkel in ein weiteres Venennetz des submucösen Gewebes mit zum Theil horizontalen Gefässen sich einsenken. Aus dieser Anordnung der Gefässe wird es begreiflich, wie im Magen zu gleicher Zeit eine energische Secretion (durch die tieferen Capillaren) und zugleich eine Resorption (durch die oberflächlichen weiteren Netze) stattfinden kann.

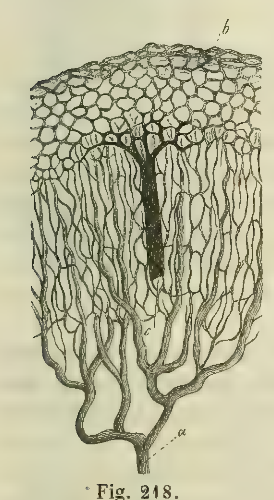


Fig. 218.

Die Saugadern des Magens bilden in der Schleimhaut ein oberflächliches feineres und ein tiefes gröberes Netz, die nur bei Injectionen wahrzunehmen sind. Die aus der Schleimhaut hervortretenden zahlreichen Stämmchen sieht man bei während der Verdauung getödteten grösseren Säugethieren im submucösen Gewebe leicht, und ist ihre Sammlung zu grösseren Stämmchen und schliesslich das Durchbohren der *Musculosa* in der Gegend der Curvaturen ebenfalls deutlich wahrzunehmen. — Die Nerven des Magens vom *Vagus* und *Sympathicus*, die nach *Remak*'s, von *Meissner* (und auch

Fig. 218. Gefässe des Dickdarmes eines Hundes in senkrecht durchschnittener Schleimhaut. *a.* Arterie. *b.* Capillarnetz der Oberfläche mit Drüsenmündungen. *c.* Vene. *d.* Capillarnetz um die Drüsenschläuche in der Dicke der Schleimhaut.

von *Billroth*) bestätigten und weiter ausgeführten Entdeckung (Amtl. Ber. d. Naturf. Vers. in Wiesbaden im Jahre 1852. p. 183; *Müll.* Arch. 1858. p. 190) in ihrem Verlaufe zahlreiche kleine Ganglien führen, (beim Frosch und Wassersalamander fand *Billroth* auch in der *Mucosa* des Magens die oben schon erwähnten feinsten blassen Nervennetze), verfolgt man leicht bis in das submucöse Gewebe und sieht sie auch noch in die Muskellage der *Mucosa* eintreten, dann aber entziehen sie sich weiterer Forschung durchaus, woran vorzüglich das Schuld ist, dass sie im Innern der Schleimhaut selbst offenbar keine dunkelrandigen Fasern mehr führen, sondern wahrscheinlich nur blasse, embryonale Röhren.

Schleimhaut des Dünndarmes.

§. 155.

Die *Mucosa* des Dünndarmes ist dünner als die des Magens, aber zusammengesetzter, indem sie ausser den schlauchförmigen oder Lieberkühn'schen Drüsen eine grosse Zahl von bleibenden Falten und Zotten darbietet und ausserdem noch in ihrem Gewebe eigenthümliche geschlossene Bälge, die sogenannten solitären und Peyer'schen Drüsen und im submucösen Gewebe des *Duodenum* die Brunner'schen Drüsen enthält.

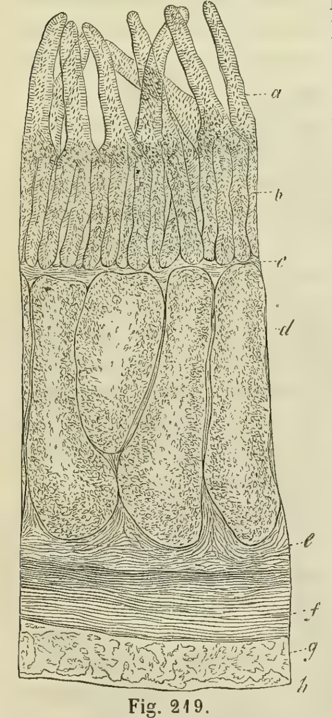


Fig. 219.

Die Schleimhaut besteht aus einem namentlich zu innerst mehr homogenen oder undeutlich faserigen Bindegewebe und besitzt, ausser wo gewisse Drüsen sich finden, nur wenig submucöses Gewebe, wesshalb sie mit der *Muscularis* ziemlich fest zusammenhängt. Auf der innern Oberfläche der Schleimhaut sitzt ein Cylinderepithelium, von dem bei den Zotten weiter die Rede sein soll, während dieselbe nach aussen gegen das submucöse Gewebe von einer, von *Brücke* aufgefundenen, höchstens 0,017''' messenden, der Länge und der Quere nach angeordneten Lage von glatten Muskeln begrenzt wird, die jedoch beim Menschen ihrer oft geringen Entwickelung wegen nicht immer leicht sich erkennen lässt.

Fig. 219. Durchschnitt durch die Wandungen des untersten Theiles des *Ileum* vom Kalbe. Vergr. 60. *a.* Zotten. *b.* Lieberkühn'sche Drüsen. *c.* Muskellage der *Mucosa.* *d.* Follikel einer *Peyer*'schen Plaque. *e.* Rest des submucösen Gewebes unter ihnen. *f.* Ringmuskeln. *g.* Längsmuskeln.

§. 156.

Die Zotten des Dünndarmes *(Villi intestinales)* sind kleine weissliche, mit blossem Auge noch leicht sichtbare Erhebungen der innersten Theile der *Mucosa*, die, auf den *Kerkring*'schen Falten und zwischen denselben gelegen, durch den ganzen Dünndarm vom *Pylorus* bis zum scharfen Rande der *Valvula Bauhini* so dicht stehen, dass sie der *Mucosa* das bekannte sammetartige Ansehen geben. Am zahlreichsten (50—90) auf 1 □‴) sind sie im *Duodenum* und *Jejunum*, minder häufig im *Ileum* (40—70 auf 1 □‴). Im *Duodenum* sind sie mehr niedrig und breit, wie Falten und Blätter, von $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{4}$‴ Höhe, $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{2}$, selbst $\frac{3}{4}$‴ Breite. Im *Jejunum* erscheinen sie meist kegelförmig und plattgedrückt, häufig auch noch blattartig oder cylindrisch, keulen- oder fadenförmig, welche drei letztgenannten Formen im Leerdarm vorwiegen. Die Länge dieser Zotten beträgt von $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{2}$‴, die Breite von $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{10}$, selbst $\frac{1}{25}$‴, die Dicke bei den plattgedrückten $\frac{1}{20}$‴.

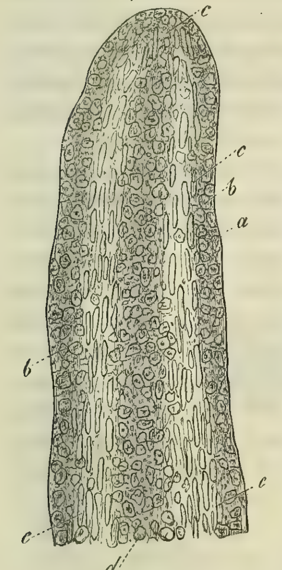


Fig. 220.

Die Zotten bestehen aus einem der Schleimhaut angehörenden innern Theil und einer Epithelialhülle. Der erstere oder die Zotte im engern Sinne entspricht in seinem Umrisse den ganzen Zotten und ist nichts anderes, als ein solider, mit Blut- und Lymphgefässen und mit glatten Muskeln versehener Fortsatz der eigentlichen *Mucosa*, dessen Grundgewebe, wie das der *Mucosa* überhaupt, ein mehr homogenes, seltener fibrillär aussehendes Bindegewebe ohne Beimengung von elastischem Gewebe ist, in welchem jedoch meist viele kleine runde Zellen, auch wohl freie Kerne enthalten sind, von denen die erstern beim Menschen nicht selten Fettkörnchen und in pathologischen Fällen bräunliches oder schwarzes Pigment enthalten. Die Blutgefässe der Zotten (Fig. 221) sind so zahlreich, dass bei einer guten Injection die vom Epithel entblösten Zotten ganz gefärbt werden und bei lebenden oder eben getödteten Thieren jede Zotte von oben als ein rother, von


Fig. 221.

Fig. 220. Darmzotte eines jungen Kätzchens ohne Epithel, mit Essigsäure, 350mal vergr. *a*. Begrenzung der Zotte. *b*. Kerne und Zellen darunter. *c*. Kerne der glatten Muskeln. *d*. Rundliche Kerne und Zellen im Centrum der Zotte.

Fig. 221. Gefässe einiger Zotten der Maus. Nach einer *Gerlach*'schen Injection. Vergr. 45.

einem hellen Saume umgebener Punkt erscheint. Beim Menschen enthält jede Zotte ein von 1, 2 oder 3 kleinen Arterien von 0,01—0,016‴ versorgtes enges Netz von 0,003—0,005‴ weiten Capillaren mit runden oder länglichen Maschen, das unmittelbar unter der homogenen äussersten Lage der Grundsubstanz derselben sich befindet und meist durch eine Vene von 0,022‴, die nicht wie bei Thieren durch eine Umbiegung der Arterie, sondern in der Regel durch ein allmähliches Zusammenfliessen der feinsten Gefässchen entsteht, sein Blut ziemlich direct in die grösseren Stämme des submucösen Gewebes abführt.

Das Verhalten der Chylusgefässe in den Zotten anlangend, so kann ich für den Menschen und viele Thiere versichern, dass in vielen Fällen bestimmt nur ein einziges, blind und häufig erweitert beginnendes Chylusstämmchen von viel grösserem Durchmesser als die Capillaren der Zotten mitten durch die Axe derselben verläuft (Fig. 222), und ist es mir wahrscheinlich, dass alle schmalen, vor allem die cylindrischen und fadenförmigen Zotten in dieser Weise sich verhalten, während in den breiten und blattartigen 2, ja selbst (wie *Brücke* beim Wiesel und einer Ratte fand) 3 und 4 solche Stämmchen sich finden. Wie früher (Mikr. Anat. II. 2. p. 160) muss ich auch jetzt noch mit vielen Andern gegen eine Verzweigung der Chylusgefässe in den Zotten mich aussprechen, und bin ich der Ansicht, dass streifenförmige Ansammlungen von Fett im Parenchym der Zotten für Chylusgefässe gehalten worden sind, vielleicht auch mit dunklen Körnchen gefüllte Blutgefässe *(Bruch)*, welche auch *Virchow* öfter gesehen hat. Ausser diesen Theilen enthalten die Zotten noch, wie *Brücke* vor Kurzem entdeckte, mehr im Centrum um die Lymphgefässe herum eine dünne Lage von longitudinalen glatten Muskeln mit sehr zarten schmalen Faserzellen (Fig. 220), die in günstigen Fällen auch beim Menschen sehr deutlich sind, und wie ich finde, zwischen den *Lieberkühn*'schen Drüsen in die Tiefe sich fortsetzen und mit der Muskellage der *Mucosa* in Verbindung stehen. Dieselben

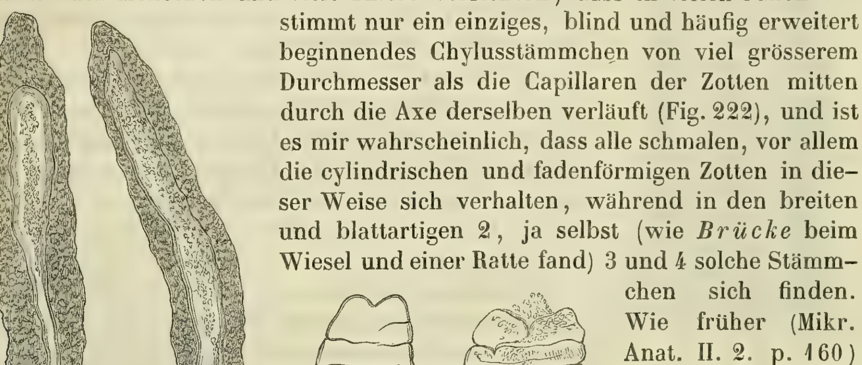




Fig. 222. Fig. 223.

Fig. 222. Zwei Zotten ohne Epithel mit dem Chylusgefäss im Innern, vom Kalbe, 350mal vergr. und mit verdünntem Natron behandelt.

Fig. 223. Zwei in Contraction begriffene Darmzotten der Katze. Vergr. 60.

bewirken die von *Lacauchie* entdeckten, unmittelbar nach dem Tode sehr evidenten (Fig. 223) und nach *Brücke* auch an lebenden Geschöpfen wahrnehmbaren Verkürzungen der Zotten, welche sehr wahrscheinlich einen bedeutenden Einfluss auf die Fortbewegung des Chylus und des venösen Blutes in den Zotten ausüben, vorausgesetzt, dass die Annahme von wiederholten Contractionen während des Lebens nichts gegen sich hat. — Von Nerven der Zotten ist nichts bekannt. Ueber die Nerven und Ganglien in der Wand des Dünndarms *(Meissner)* siehe §. 151.

Das Epithelium der Zotten und der sonstigen Schleimhautfläche, obschon im Leben sehr innig mit den tieferen Theilen verbunden und nur zufällig oder in Krankheiten abfallend, löst sich an Leichen sehr leicht ab und ist nur an ganz frischen Darmstücken wahrzunehmen. Dasselbe besteht überall aus einer einfachen Lage von cylindrischen am untern Ende leicht verschmälerten Zellen von 0,01 — 0,012‴ Länge, 0,003 — 0,004‴ Breite, die neben einem hellen, bläschenförmigen, ovalen, mit einem oder zwei Kernkörperchen versehenen Kern, gewöhnlich nichts als feine Körnchen im Inhalt führen. Im Leben sind diese Zellen, die in allen chemischen Characteren mit den tieferen Zellen des Mundhöhlenepithels übereinstimmen, so innig verbunden, dass man selbst nach dem Tode im Anfang ihre Contouren in der Längsansicht nicht oder nur undeutlich erkennt, während sie allerdings schon jetzt von der Fläche als zierliche Mosaik erscheinen. Ganz deutlich werden auch später die Cylinder eigentlich erst dann, wenn sie sich lösen oder abgestreift werden, was meist so geschieht, dass sie in ganzen Folgen, ja selbst die eine Zotte überziehenden Zellen alle zusammen, den Calyptren einer Moosfrucht ähnlich, sich ablösen. Eine besondere Eigenthümlichkeit dieser Epithelzellen wurde im Jahr 1855 von mir aufgefunden, die nämlich, dass die freie Wand derselben von senkrechten Streifen durchsetzt ist, die höchst wahrscheinlich Porencanälchen sind. Die freie Wand dieser Zellen ist, weit entfernt zu fehlen, so dass die Zellen Löcher

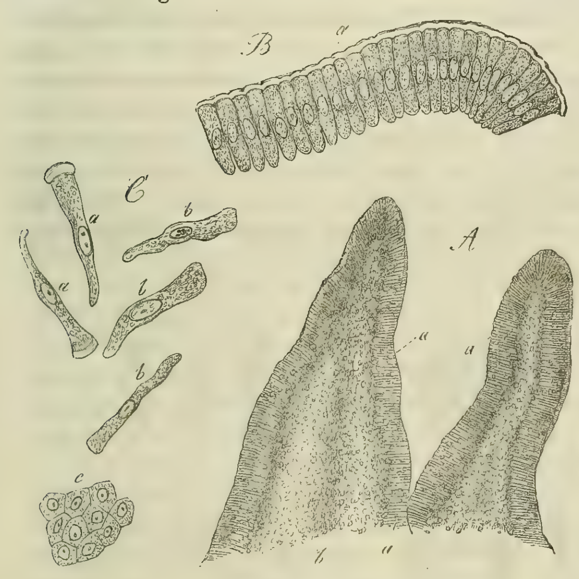


Fig. 224.

Fig. 224. *A*. Zwei Zotten mit Epithel vom Kaninchen. Vergr. 75. *a*. Epithel, *b*. Parenchym der Zotte. *B*. Eine abgelöste Epithelfolge, 300mal vergr. *a*. Durch Wasser abgehobene Membranen. *C*. Einzelne Epithelzellen, 350mal vergr. *a*. mit, *b*. ohne abgehobene Membran, *c*. einige Zellen von der Fläche.

hätten, wie *Brücke* in neuerer Zeit angab, gerade umgekehrt erheblich dicker als die übrige Zellenwand und stellt einen schon vor Jahren von *Henle* gesehenen hellen Saum dar, der, wenn die Zellen noch in situ sind, als eine helle äusserste Begrenzungsschicht der Zotten erscheint und wie eine Cuticula darstellt. Dieser Saum nun zeigt im Profil eine feine Streifung und von der Fläche eine zarte dichtstehende Punctirung, welche von mir auf Porencanälchen bezogen und mit den physiologischen Verhältnissen des Epithels, namentlich der Fettresorption, in Zusammenhang gebracht worden ist, in welcher Beziehung *Funke* und *Donders* mit mir übereinstimmen, von welchen Autoren der erste gleichzeitig mit mir bei Kaninchen das streifige Ansehen der Darmcylinder beobachtete, ohne jedoch dazu zu gelangen, dasselbe in seiner wahren Bedeutung zu erkennen.

Die porösen Säume der Epithelzellen, so wie die ganzen Zellen werden durch Wasser in besonderer Weise verändert. An den Zellen ist das erste Zeichen der Einwirkung des Wassers gewöhnlich das Auftreten von hellen Tropfen an der Oberfläche des Epithels, von denen je einer einer Zelle entspricht, welche nichts anderes als durch die noch unverletzten Membranen herausgequollener Zelleninhalt, d. h. vor allem Schleim ist, welcher als der vorzüglichste Inhalt der Epithelzellen betrachtet werden muss. Wirkt das Wasser mehr ein, so heben sich dann nicht selten die Membranen der freien

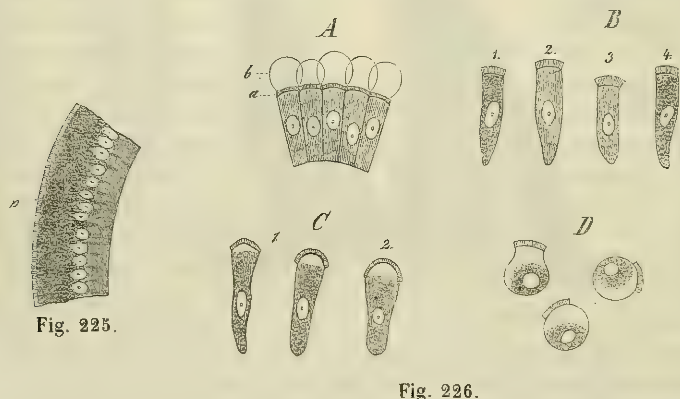


Fig. 225.

Fig. 226.

Fig. 225. Theil des Epithels einer Zotte des Kaninchens in diluirtem Eiweiss. Der streifige Epithelsaum *a.* erscheint in natürlicher Breite, doch ist seine innere Begrenzung nicht so deutlich, weil die Zellen mit Fettmolecülen vollgepfropft sind. Vergr. 350.

Fig. 226. *A.* Mit Wasser behandelte Epithelzellen von Darmzotten im ersten Momente der Einwirkung desselben. Die streifigen verdickten Zellenwände *a.* sind sehr deutlich, wie leicht aufgequollen. Aus jeder Zelle ist ein heller Inhaltstropfen *b.* ausgetreten. *B.* Isolirte von selbst abgefallene Epithelzellen von Zotten mit Wasser. 1 und 2 Zellen mit aufgequollener streifiger Wand; 3. Eine solche in einem noch weiteren Stadium, einer Flimmerepithelzelle täuschend ähnlich. 4. Zelle mit aufgetriebenem Saum, an dem keine Streifen sichtbar sind. *C.* Eben solche Zellen mit abgehobener verdickter Wand im ersten Stadium der Wassereinwirkung. 1. Zwei Zellen, deren Wand noch wenig verändert ist. 2. Eine andere, deren verdickter Saum mehr warzig erscheint. *D.* Durch Wasser kugelrund gewordene Epithelzellen von Zotten, deren streifige Säume sehr deutlich sind. Vom Kaninchen.

Zellenseite bauchig ab, während der Zelleninhalt durch das eingetretene Wasser von ihnen zurückgedrängt wird. Nicht selten geht dann an solchen Zellen die abgehobene Basalmembran verloren und dann bekommen dieselben deutliche Löcher, aus denen schliesslich der ganze Zelleninhalt heraustritt. Andere Male quellen die Zellen nach und nach ganz auf, wobei sie verschiedene Formen annehmen, zuletzt kugelrund werden und dann schliesslich ebenfalls bersten und vergehen. — Die verdickten porösen Basalmembranen betheiligen sich an diesen Veränderungen in der Weise, dass sie ebenfalls aufquellen und mit dem Aufquellen deutlicher streifig werden. Hat dieses Aufquellen einen gewissen Grad erreicht, so zerfällt, wie ich gezeigt habe, der ganze Saum wie in ein Büschel von feinen Härchen oder Stäbchen, so dass er einem Flimmersaume sehr ähnlich wird, endlich lösen sich auch diese ab und es bleibt die Zelle auch an dieser Seite von einem dünnen Häutchen geschlossen, was beweist, dass der poröse Saum in die Kategorie der Zellenausscheidungen gehört. Zugleich wird durch diese Thatsache auch die neueste Auffassung der porösen Säume durch *Brettauer* und *Steinach* widerlegt, nach denen dieselben aus Cylinderchen oder Stäbchen bestehen sollen, die ohne zwischenliegende Membran direct mit dem Zelleninhalt verbunden seien. Die Existenz einer wirklichen Membran an dieser Stelle und somit eines vollkommenen Verschlusses der Zellen wird übrigens auch noch dadurch demonstrirt, dass theils die verdickten Basalmembranen für sich allein sehr häufig blasenartig vom Inhalt sich abheben, theils die Zellen *in toto* zu kugelrunden Gebilden aufquellen, was nicht möglich wäre wenn der Zelleninhalt an einem Orte blosläge und direct mit den vermeintlichen Stäbchen sich verbände. Manchmal heben sich auch die streifigen Säume, ohne dass die Zellen eröffnet werden, von vielen Zellen im Zusammenhang ab, wie dies bei Cuticularbildungen zu beobachten ist.

Der Schleim, der in Leichen die Darmoberfläche überzieht, ist grossentheils nichts als der ausgetretene Inhalt der Epithelzellen, der durch Aufnahme von Wasser zu einer dicken Kruste aufquillt und immer viele leere geborstene Zellenhülsen enthält. Die normale Schleimsecretion im Dünndarm kommt gerade wie beim Magen zu Stande, nur dass die Zellen nie abfallen, und auch in der Regel ohne Bersten sich des Schleimes zu entledigen scheinen.

Brücke erklärt das centrale Chylusgefäss der Zotten als einen wandungslosen Raum und ebenso sollen auch sonst in der Schleimhaut interstitielle Chylusablagerungen sich finden, die dann in der Tiefe in wirkliche Chylusgefässe sich fortsetzen. Ich für mich halte dagegen an der Membran des Chylusstammes der Zotten fest, die ich bestimmt gesehen habe und glaube, dass *Brücke* mehr durch theoretische Betrachtungen zu seiner Aufstellung gekommen ist als durch directe Thatsachen. Aehnliche Rücksichten vor allem haben diesen Autor auch bewogen zu behaupten, dass die Epithelialcylinder der Zotten an ihrem breitern Ende einer Membran ganz entbehren und an ihrem innern, der Zotte zugewendeten Theile Löcher besitzen, denen ähnliche Oeffnungen in der Begrenzungshaut der eigentlichen Zotten entsprechen sollen. Diesen Angaben gegenüber habe ich die Existenz einer dicken Membran an den Endflächen des Darmcylinder nachgewiesen, was um so nöthiger war, da selbst *Donders*, der früher mit *Henle* eine solche Membran statuirt hatte, auf *Brücke's* Seite überzugehen Miene machte. Gleichzeitig mit der Ver-

öffentlichung meiner Untersuchungen über das Darmepithel, deren Resultate jedoch schon früher, am 7. Juli 1855, der Würzburger phys. med. Gesellsch. mitgetheilt worden waren, erschien auch eine Arbeit von *Funke* (l. i. c.) über das Darmepithel. Dieser Autor sah bei 3 Kaninchen etwas an den Epithelzellen, das wie ein Flimmersaum aussah, erklärt jedoch, dass ihm diese Beobachtung noch ein völliges Räthsel sei, dass es voreilig wäre an Porencanälchen zu denken, um so mehr da gerade da, wo die Zellen Fett enthielten, der streifige Saum fehlte, endlich dass er nicht im Stande sei, auch nur eine Vermuthung darüber auszusprechen, ob das Gesehene physiologisch oder pathologisch sei. Nachdem meine Abhandlung *Funke* zu Gesicht gekommen war, schloss er sich im Wesentlichen ganz an mich an (Physiol. 1. Aufl. p. 1067, wo z. Th. noch ganz eigenthümliche Ansichten über den porösen Saum geltend gemacht sind, und 2. Aufl. p. 203), der ich die Streifen an den verdickten Zellenwänden als eine normale Bildung bei vielen Thieren da, wo Fettresorption sich findet, nachgewiesen und dieselben vermuthungsweise für Porencanälchen erklärt hatte, deren Beziehung zur Fettresorption ich durch eine Reihe von Thatsachen zu stützen suchte, die in meiner Abhandlung nachzusehen ist. Wenn *Funke* jetzt, nachdem ich die Priorität der Beobachtungen über den Bau der Darmcylinder für mich in Anspruch genommen, die Gleichzeitigkeit unserer Arbeiten betont, so vergisst er ganz, dass er in der seinigen zu keinem Resultate kam und nicht einmal dazu gelangte „durch das Mikroskop irgend einen Aufschluss über die Beschaffenheit der Basen der Epithelialcylinder und der Deckelmembran derselben zu erhalten."

In der neuesten Zeit sind nun diese streifigen Säume der Darmcylinder der Gegenstand einer lebhaften Discussion geworden. Auf der einen Seite haben, wie *Funke*, so auch *Donders* (*Physiol. p.* 313; *Lancet* 3. *Ser. Jaarg. V. p.* 332) u. *Welcker* (Zeitsch. f. rat. Med. N. F. VIII. p. 239), an meine Auffassung sich angeschlossen und namentlich der letzte Autor mit Entschiedenheit sich dahin ausgesprochen, dass die Streifen der Ausdruck von Canälchen seien, wogegen auf der andern Seite die Darstellungen von *Moleschott* (Unters. z. Naturl. II. p. 119), *Wittich* (*Virch.* Arch. XI. p. 37) und *Reichert* (Jahresb. v. 1856. p. 40) fast ganz mit *Brücke* übereinstimmen. In der Arbeit von *Brettauer* u. *Steinach* (l. i. c.), zweier Schüler von *Brücke* und ebenso in der diese Autoren bestätigenden Untersuchung von *Heidenhain* (l. i. c.), ist jedoch schon vieles von dem zugestanden, was ich contra *Brücke* demonstrirt hatte, und wird nun wohl auch meine ausführliche Arbeit über die Cuticularbildungen das ihrige dazu beitragen, um meiner Auffassung immer mehr Bahn zu brechen. In dieser habe ich nicht nur die Verhältnisse der Zellenausscheidungen und Verdickungen dargestellt, wodurch manche Erscheinung verständlich wird, die an den Darmcylindern zu beobachten ist, sondern auch den Nachweis geliefert, dass verdickte streifige Säume an den Epithelzellen der resorbirenden Darmtheile eine bei Wirbelthieren allgemeine und auch bei Wirbellosen weit verbreitete Erscheinung sind.

Mit Bezug auf die Epithelialzellen des Darmes ist nun noch ein weiterer Punkt zu besprechen. Die neueste Zeit ist auf Verbindungen von Epithelialzellen mit tieferliegenden Theilen aufmerksam geworden (S. §. 22, 115) und hat man nun auch angefangen beim Darm diesen Verhältnissen nachzuspüren. *Billroth* ist der erste der an der Froschzunge Verbindungen der Epithelialzellen mit tieferen Theilen erwähnt (l. s. c.) und hat derselbe auch vom Darme des Frosches und Wassersalamanders langgestielte Zellen beschrieben, ohne deren Beziehung zu tieferen Theilen nachweisen zu können. Ausführlicher hat vor Kurzem *Heidenhain* diese Sachen besprochen (l. i. c.) und glaubt derselbe zu dem Resultate gelangt zu sein, dass die Darmcylinder durch Ausläufer mit Bindegewebskörperchen ähnlichen Zellen im Zotten- oder Schleimhautgewebe zusammenhängen, von welchen Zellen er wiederum annimmt, dass sie mit den Chylusgefässen sich verbinden, so dass präformirte Wege für das Fett aus dem Darm in die Chylusgefässe vorhanden wären. Frägt man nach den thatsächlichen Belegen für diese physiologisch so einschneidende Aufstellung, so kommt man bald zur Ueberzeugung, dass dieselben nichts weniger als vollständig sind und namentlich ist *Heiden-*

hain den Beweis des Zusammenhanges der Zellen des Zottenparenchyms mit den Chylusgefässen ganz schuldig geblieben, wie er übrigens mit anerkennenswerther Offenheit selbst gesteht. Auch das was *H.* über die Epithelzellen selbst vorbringt, scheint mir noch sehr der Untersuchung zu bedürfen. Dass diese Zellen häufig an den einem Ende verschmälert sind, ist eine bekannte Thatsache und habe ich schon in m. Mikr. Anat. Fig. 232. *C a* eine Zelle gezeichnet, die am innern Ende dreimal schmäler ist als am äussern, dagegen kann ich nicht zugeben, dass die Zellen normal fadenförmige Ausläufer von der Art tragen, wie sie *H.* abbildet. Ich habe seit dem Erscheinen seiner Arbeit die Epithelien des Frosches und Kaninchens studirt und hier Beifolgendes gefunden. Behandelt man das Epithel mit Lösungen, welche die Zellen nicht schrumpfen und nicht aufquellen machen, so findet man an den Zellen des Dünndarms die fadenförmigen Anhänge von der Länge und Schmalheit, wie sie *H.* beschreibt, nicht, vielmehr erscheinen dieselben von der bekannten Form, und, wenn auch an dem einen Ende verschmälert, doch nie auffallend verlängert. Wendet man dagegen, wie *H.*, eine kalt gesättigte Lösung von doppelt chromsaurem Kali an, so treten die fadenförmigen Ausläufer in Menge auf, doch sind auch in diesem Falle dieselben meist nicht wirklich fadenförmig, wie *H.* glaubt, vielmehr überzeugt man sich beim Rollen der Zellen leicht, dass die meisten Zellen am innern Ende abgeplattet sind und nur dann fadenförmig und gestielt erscheinen, wenn sie dem Beobachter gerade die Kante zuwenden. *H.*, der allerdings auch an Artefacte durch die angewandten Reagentien gedacht hat, glaubt sich überzeugt zu haben, dass die Zellen auch in unschädlichen Lösungen gestielt erscheinen, ich kann jedoch bestimmt versichern, dass es gelingt, dieselben in einer ganz andern Form zu sehen, als er sie zeichnet. Uebrigens ist auch diese Form schon aus dem Grunde nicht wohl möglich, weil dann in den tieferen Lagen der Epithelialschicht viele leere Räume sich finden müssten, von denen die Beobachtung nichts ergibt.

Ueber den allfälligen Zusammenhang der Epithelzellen, mögen dieselben nun gestielte Ausläufer besitzen oder nicht, mit Theilen der eigentlichen Schleimhaut, haben mir meine Beobachtungen noch nichts ergeben. Ich halte das, was *H.* von den schon von *Virchow* und mir gesehenen Zellen im Innern der Zotten und der Schleimhaut sagt, im Wesentlichen für begründet und habe auch ich, besonders beim Frosch, Bilder gesehen, die dafür sprechen, dass diese Zellen wie Bindegewebskörperchen Ausläufer haben, dagegen war ich noch nicht im Stande einen Zusammenhang derselben mit dem Epithel zu sehen. Auch das, was *H.* anführt und abbildet, scheint mir nicht gerade sehr beweisend zu sein, da leicht eine Epithelzelle mit 2 Kernen wie eine solche erscheinen kann, die mit einer Saftzelle zusammenhängt. Da es nun auch nicht wahrscheinlich ist, dass solche Zellen aus dem Parenchym der Zotten im Zusammenhang mit den Cylindern sich isoliren lassen, so ist es wohl noch nicht an der Zeit, in dieser Angelegenheit einen bestimmten Entscheid zu geben, um so mehr, da ja auch der wichtigste Punkt, der Zusammenhang der Parenchymzellen mit den Chylusgefässen, für einmal nichts als Vermuthung ist.

Bemerken will ich noch, dass ich im Magen des Frosches auch bei Anwendung möglichst günstiger Reagentien immer längere Zellen antraf als im Dünndarm, die nicht selten in derselben Art mit Fett gefüllt waren, wie die von *H.* abgebildeten Zellen, und doch kann hier von einem Uebertritt von Fett in die Lymphgefässe wohl ebenso wenig die Rede sein wie im Magen von Säugern, der nach meinen Erfahrungen bei saugenden Thieren constant mehr weniger fetthaltige Zellen zeigte. Ebenso können auch, wie ich gezeigt habe[1], unter Umständen die Zellen des Dickdarmes von Carnivoren Fett aufnehmen. Es ist wahrscheinlich, dass in diesen Fällen, was möglicherweise auch beim Dünndarm vorkommt, das Fett von den Zellen selbst verarbeitet wird und dann als Seife weiter dringt, eine Art des Fettübertritts, die weiter ins Auge gefasst zu werden verdient.

Bei der Fettresorption füllen sich, wie im Jahr 1842 *Goodsir* zeigte, zuerst die Epitheliumcylinder oft der ganzen Zotten, oft nur der Spitzen (letzteres ist desswegen so häufig, weil die Zotten, wenn sie ausgedehnt sind und der Darm contrahirt ist, oft so dicht beisammenliegen, dass nur ihre Spitzen dem Darminhalte zugängig sind) mit feinen Fettkörnchen oder grösseren Fetttropfen. Nach den Untersuchungen von *Donders*, *Brücke* und mir ist es wohl nicht zweifelhaft, dass das Fett nur in der Form unmessbar feiner Moleküle resorbirt wird, und kann, da nun auch von mir und

Donders, freilich in seltenen Fällen, solche Moleküle auch in der porösen dicken Basalmembran der Epithelialcylinder beobachtet worden sind, kaum bezweifelt werden, dass diese Poren die Wege abgeben, auf denen die Fettmoleküle in die Zellen dringen. Die grösseren Fetttropfen, die man so häufig in den Zellen findet, sind secundäre Bildungen, entweder fliessen die Tropfen im Leben zu grösseren Massen zusammen, oder es geschieht dies erst in der Leiche. Die weiteren Wege des Fettes sind, ausser für den Fall, dass *Heidenhain's* Angaben sich bewahrheiten sollten, von der Anatomie noch nicht aufgedeckt, doch steht meiner Meinung zufolge der Annahme nichts entgegen, dass in den Theilen, in denen, wie in den innern Theilen der Epithelialzellen und Membranen der Chylusgefässe, das Mikroskop noch keine Poren aufgedeckt hat, solche sich finden, da, wie ich schon darauf aufmerksam gemacht habe, Poren in dünnen Membranen nur dann zur Anschauung kommen können, wenn sie weit sind.

Die Epithelzellen der Zotten zeigen nach *Donders* und mir nicht selten eine Art Abstossung des einen Endes und Regeneration. In grösser werdenden Zellen entstehen zwei Kerne. Das obere breiter gewordene Ende der Zelle platzt und lässt seinen Inhalt austreten und von dem untern Stücke aus bildet sich die Zelle wieder her. Solche Zellen haben meist einen dunklen granulirten Inhalt, kommen im ganzen Darmcanale vor und treten bei Flächenansichten durch ihr dunkles Ansehen deutlich vor den andern Zellen hervor.

Im Parenchym der Zotten findet man an der Spitze oft zwei oder mehrere grosse Kugeln von festem und von flüssigem Fett, was nach *Donders* von einer nach dem Tode sich einstellenden Trennung des eingedrungenen Fettes herrührt. — Die von *E. H. Weber* unter den Epithelialzellen beschriebenen kleineren Zellen existiren nicht, und hat dieser Autor wahrscheinlich die kleinen Zellen im Zottenparenchym mit Zellen des Epithels verwechselt.

§. 157.

Drüsen des Dünndarms. Der Dünndarm enthält nur zweierlei wirkliche Drüsen, nämlich 1) schlauchförmige, die überall in der Schleimhaut selbst ihren Sitz haben und 2) traubenförmige im submucösen Gewebe des Duodenum.

Die traubenförmigen Drüsen oder, wie sie nach ihrem Entdecker gewöhnlich heissen, die *Brunner*'schen Drüsen bilden im Anfange des Duodenum an der äussern Seite der Mucosa eine continuirliche Drüsenlage, die hart am Pylorus am entwickeltsten und dichtesten ist, so dass hier ein nicht unbeträchtlicher Drüsenring entsteht, und etwa bis zur Einmündung des Gallenganges sich erstreckt. Hat man an einem aufgespannten oder aufgeblasenen Duodenum die zwei Lagen der Musculosa abpräparirt, so erkennt man die Drüsen leicht als gelbliche, rundlicheckige, abgeplattete Körperchen von $\frac{1}{10}$—$1\frac{1}{2}'''$, im Mittel $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}'''$, die von etwas Bindegewebe umhüllt hart an der Schleimhaut ansitzen und kurze Ausführungsgänge in dieselbe entsenden. Bezüglich auf den feineren Bau, so stimmen die *Brunner*'schen Drüsen, deren Endbläschen 0,03—0,06''', selbst 0,08''' messen, ganz mit den traubenförmigen Drüschen der Mundhöhle und der Speiseröhre überein. Das Secret ist ein alkalischer Schleim ohne Formelemente, der keine verdauende Wirkung auf geronnene Proteinverbindungen hat und wahrscheinlich bloss mechanischen Zwecken dient.

Die schlauchförmigen oder *Lieberkühn*'schen Drüsen *(Gl. Lieberkühnianae s. cryptae mucosae)* finden sich über den ganzen Dünndarm und Zwölffingerdarm verbreitet als sehr zahlreiche, gerade und enge, durch die

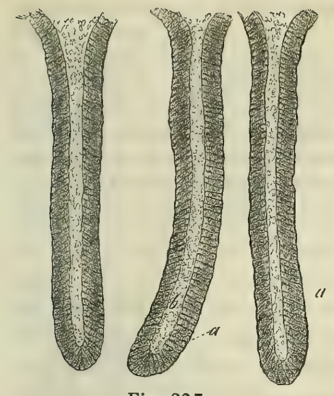


Fig. 227.

ganze Dicke der *Mucosa* sich erstreckende, am Ende leicht angeschwollene, sehr selten gabelig gespaltene Schläuche (bei Thieren sind dieselben häufig zwei- und dreigetheilt). Ueber ihre Menge erhält man am besten einen Begriff, wenn man die Schleimhaut bei schwächeren Vergrösserungen auf senkrechten Durchschnitten oder von oben betrachtet Im erstern Falle sieht man Schlauch an Schlauch, fast ohne Zwischenraum wie Pallisaden dicht aneinander stehen (Fig. 219), im letztern nimmt man wahr, dass die Drüsen denn doch nicht überall sich finden, sondern nur die Zwischenräume zwischen den Zotten einnehmen, hier aber allerdings in solcher Zahl vorhanden sind, dass sie so zu sagen keinen weitern Raum übrig lassen und die Schleimhautoberfläche zwischen den Zotten siebförmig durchlöchert aussieht. Selbst auf den *Peyer*'schen *Plaques* und den solitären Follikeln finden sich noch solche Drüsen, nur lassen sie hier beim Menschen die Theile der *Mucosa*, die unmittelbar über der Mitte der Follikel sich finden, frei und stehen daher mehr in Form von Ringen um die Follikel herum. Die Länge der *Lieberkühn*'schen Drüsen ist gleich der Dicke der Schleimhaut und wechselt von $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{7}'''$, ihre Breite von 0,028—0,036'''; die Mündung beträgt 0,02—0,03'''. Dieselben bestehen aus einer zarten homogenen *Membrana propria* und einem cylindrischen, auch während der Chylusbildung nie fetthaltigen Epithel, wie das des Darmes, das im Leben deutlich eine mit hellem flüssigem Secrete, dem sogenannten Darmsafte gefüllte Höhlung umschliesst, im Tode jedoch und bei Zusatz von Wasser ungemein leicht sich verändert, so dass die Drüsen mit Zellen oder einer körnigen Masse ganz gefüllt scheinen.

Die Gefässe der *Brunner*'schen Drüsen verhalten sich ganz wie die der Speicheldrüsen, während die der *Lieberkühn*'schen Schläuche genau dem Typus derjenigen des Magens folgen. Um die Schläuche herum zieht sich ein feines Capillarnetz mit Gefässen von 0,003''' in die Höhe, das an der Oberfläche der Schleimhaut in ein zierliches polygonales Netz etwas weiterer (von 0,01''') Gefässe übergeht, das theils mit den Capillaren der Darmzotten communicirt, theils direct in Venen sich fortsetzt, die die Schleimhaut geradenweges durchbohren, nachdem sie vorher noch mit denen der Zotten zusammengemündet haben. Somit hängen auch hier die Venen nur mit dem oberflächlichen Netz um die Drüsenöffnungen und dem der Zotten, nicht aber mit dem, welches die Drüsen umspinnt, zusammen, so dass mithin wie beim Magen die Gefässe, welche das Secret ausscheiden, unmittelbar auf die Arterien folgen, und denen vorangehen, die dann vorzüglich mit der Resorption betraut sind (vgl. *Frei* l. i. c.).

Fig. 227. *Lieberkühn*'sche Drüsen vom Schwein. Vergr. 60. *a. Membrana propria.* und Epithel. *b. Lumen.*

Woher einkernige runde kleine im Darmschleim vorkommende Zellen stammen, ist zweifelhaft. Ich finde sie nicht in den Drüsen und bin geneigt, dieselben, die ohnehin meist spärlich sind, als abgestossene Theile von Epithelzellen zu denken. — In verschiedenen Krankheiten, namentlich des Darmes, bei Entzündungen, *Peritonitis*, im Typhus, fand *Böhm* in vielen *Lieberkühn*'schen Drüsen ein weissliches zähes Secret (*Gland. int. p.* 34), das, wie spätere Beobachtungen desselben Autors (Darmschleimhaut in der Cholera, p. 63) vermuthen lassen, nichts anderes als das Epithelium war, das sich von den Wänden gelöst und zu einem compacten Pfropfen zusammengeballt hatte. In der Cholera wird nach *Böhm* dieses Epithel ebenso wie das des ganzen Darmes ausgestossen.

§. 158.

Geschlossene Follikel des Dünndarmes. In den Wänden des Dünndarmes finden sich Bläschen eigenthümlicher Art einzeln oder in Haufen, deren anatomische sowohl wie physiologische Bedeutung noch nicht ganz aufgehellt ist und die daher vorläufig am passendsten unter einem allgemeinen Namen zu beschreiben sind.

Die wichtigsten derselben sind die *Peyer*'schen Follikelhaufen oder *Peyer*'schen Haufen oder Platten, *Agmina Peyeri* (*Peyer*'sche oder Haufendrüsen, *Glandulae Peyerianae sive agminatae* der Autoren). Dieselben stellen meist länglichrunde oder rundliche, abgeplattete, ohne Ausnahme am freien, der Anheftung des Mesenterium abgewendeten Darmrande der Länge nach verlaufende Organe dar, die am deutlichsten von innen als nicht ganz scharf umschriebene, leicht vertiefte und kahlere Flecken sich zeigen, aber auch von aussen an einer kleinen Wölbung der Darmwand zu erkennen sind und bei durchfallendem Licht als dunklere Stellen sich kund geben. Der Sitz dieser Haufen ist in den meisten Fällen der Krummdarm, *Ileum*, doch finden sie sich auch gar nicht selten im untern Theile des *Jejunum*, hie und da selbst in der obern Hälfte desselben bis nahe ans *Duodenum* und sogar in der *Pars horizontalis inferior Duodeni*. In gewöhnlichen Fällen ist ihre Zahl 20—30, da wo sie auch höher sich finden, steigt dieselbe jedoch bis 50 und 60, immer aber stehen sie im untersten Theile des *Ileum* am dichtesten. Die Grösse der einzelnen Haufen wird, je mehr man dem *Coecum* sich nähert, in der Regel um so bedeutender und beträgt die Länge meist von 5‴—1½″, kann aber auch nur 3‴ sein oder zu 3—5″, selbst 1′ steigen, während die Breite 3, 5—9‴ misst. Die *Kerkring*'schen Falten sind da, wo die Haufen liegen, gewöhnlich unterbrochen, doch findet man im *Jejunum* die Falten auch

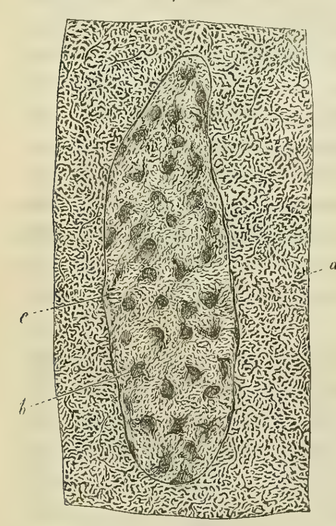


Fig. 228.

Fig. 228. Ein *Peyer*'scher Haufen des Menschen, 4mal vergr. *a*. Gewöhnliche Schleimhautfläche mit Zotten. *b*. Vertiefungen auf dem Haufen, entsprechend den Follikeln. *c*. Zwischensubstanz mit kleinen Zotten.

auf den *Peyer*'schen Haufen und im *Ileum* statt derselben häufig Reihen dichter stehender Zotten.

Genauer analysirt ergibt sich ein jeder *Peyer*'scher Haufen als ein Aggregat von geschlossenen, rundlichen oder nach der Darmhöhle zu leicht kegelförmig verschmälerten $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{2}$—1‴ grossen Follikeln, die dicht neben einander, zum Theil in der Schleimhaut selbst, zum Theil im submucösen Gewebe ihre Lage haben und einerseits nur 0,02—0,03‴ von der Schleimhautoberfläche entfernt sind, andrerseits unmittelbar an die *Musculosa* angrenzen, die hier etwas fester an der *Mucosa* adhärirt. Von der Höhle des Darmes aus betrachtet, fallen an denselben beim Menschen vor Allem viele kleine, $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$—1‴ von einander abstehende rundliche Vertiefungen auf, welche den einzelnen Follikeln entsprechen und auch an ihrem Boden durch dieselben leicht convex vorspringen, jedoch durchaus keine Zotten tragen. Der übrige Theil der *Plaques* wird von gewöhnlichen Zotten oder netzförmig zusammenfliessenden Fältchen und Oeffnungen von *Lieberkühn*'schen Drüsen eingenommen, welche letztere besonders als ein Kranz von 6—10 und mehr Oeffnungen, der *Corona tubulorum* der Autoren, rings um die von den Follikeln bedingten leichten Erhebungen angeordnet sind.

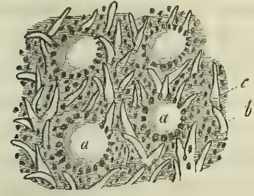


Fig. 229.

Ein jeder Follikel einer *Plaque* besteht aus einer vollkommen geschlossenen, dicken, ziemlich festen Hülle aus einem mehr undeutlich faserigen Bindegewebe, mit eingestreuten Kernen und einem meist graulichen (selten milchweissen) weichen Inhalt, der in Wasser langsam sich zertheilt und aus etwas Flüssigkeit und unzähligen runden Zellen von 0,004—0,008‴ mit einfachen oder mehrfachen Kernen gebildet wird, welche frisch ganz homogen und mattgrau aussehen, durch Wasser und Essigsäure dagegen sich aufhellen und dann vergehen, während zugleich die Kerne granulirt werden und sehr deutlich hervortreten. Inmitten dieser Ele-

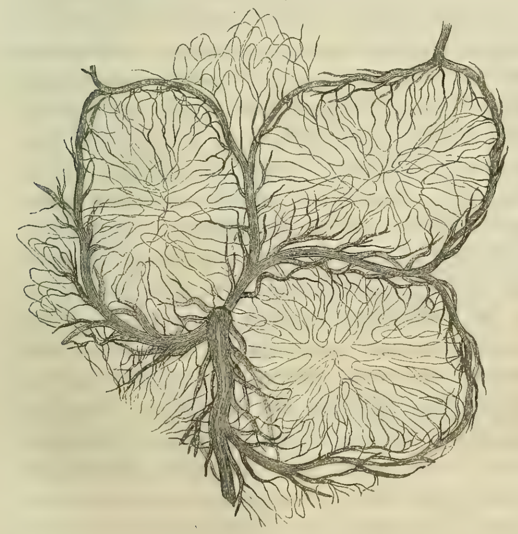

Fig. 230.

Fig. 229. Stück eines *Peyer*'schen Haufens eines Greises nach *Flouch*. *a*. Follikel mit den Mündungen der *Lieberkühn*'schen Drüsen rings herum. *b*. Zotten. *c*. Mehr isolirt stehende *Lieberkükn*'sche Drüsen.

Fig. 230. Horizontalschnitt aus der Mitte von drei *Peyer*'schen Kapseln des Kaninchens, um die Gefässe im Innern derselben zu zeigen. Nach einer Injection von *Frei*.

mente, die hie und da auch Fett in Körnchen enthalten und, wie die Vergleichung ihrer verschiedenen Formen lehrt, in einem beständigen Vermehrungsprocesse durch Theilung begriffen sind, finden sich, wie *Frei* und *Ernst* bei Thieren entdeckt haben und ich für den Menschen bestätigt finde, zahlreiche abersehr feine Blutgefässe von 0,0015—0,004‴, die mit einem reichen, die Follikel umspinnenden Gefässnetz zusammenhängen, und selbst an dem ganz frischen, mit Sorgfalt herausgenommenen Inhalt der Follikel von Thieren (Schwein z. B.) mit Leichtigkeit sich erkennen lassen.

Von den Lymphgefässen der *Peyer*'schen Haufen ist im Einzelnen wenig bekannt. So viel steht fest, dass die Menge der zur Verdauungszeit von den *Peyer*'schen Haufen kommenden Chylusgefässe grösser ist, als an andern Stellen des Darmes, obschon auf ihnen unentwickeltere und spärlichere Zotten sich befinden, dagegen ist vollkommen unbekannt, wie diese Gefässe im Innern sich verhalten. Es scheint, dass dieselben um die einzelnen Follikel Netze bilden, wenigstens sieht man von aussen, dass sie dieselben rings umgeben, dagegen wenigstens an dieser Fläche nicht an die Follikel sich inseriren oder in das Innere derselben treten, was bei der milchweissen Farbe der gefüllten Gefässe leicht zu erkennen wäre. Aus diesem Grunde möchte, wenn, wie *Brücke* in der neuesten Zeit annimmt, eine directe Communication der Follikel mit Lymphgefässen da ist, dieselbe eher in der Art stattfinden, dass die Follikel nach der der Darmhöhle abgewendeten Seite mit solchen Gefässen zusammenhängen.

Die solitären Follikel *(Glandulae solitariae)* stimmen mit den einzelnen Elementen der *Peyer*'schen Haufen in Grösse, Inhalt (auch die Gefässe im Innern sah ich hier, selbst beim Menschen) und sonstigen Bau so vollkommen überein, dass eine Trennung derselben um so weniger gerechtfertigt ist, als mit Bezug auf die Zahl der Follikel alle möglichen Verhältnisse gefunden werden und es auch, wenigstens bei Thieren, *Peyer*'sche Haufen mit 2, 3—5 Follikeln gibt. Beim Menschen ist, wie alle Autoren mit Recht angeben, ihre Menge äusserst wechselnd; bald gelingt es nicht, einen einzigen zu finden, bald ist der Darm bis in die Klappenränder ganz übersät mit ihnen oder endlich finden sie sich im *Ileum* und *Jejunum* in gewisser, nicht übermässiger Zahl. Ihr gänzlicher Mangel darf wohl als ein abnormes Verhältniss bezeichnet werden, da sie bei Neugebornen und in Leichen von Gesunden constant und zwar reichlicher im *Jejunum* als im *Ileum* vorhanden sind, auf der andern Seite könnten aber auch die hirsenkornartigen Bläschen, die man bei Katarrhen des Tractus oft in ungeheurer Menge im Dünndarm und im Magen findet, theilweise oder ganz eine pathologische Bedeutung haben, da wenigstens auch in andern Organen (in der Leber nach *Virchow*) das Auftreten von ähnlichen Follikeln nachgewiesen ist. Die solitären Follikel zeigen dieselbe Lagerung, wie die Elemente der *Plaques*, nur kommen sie auch



Fig. 231.

Fig. 231. Ein solitärer, mit Zotten besetzter Follikel aus dem Dünndarm. Nach *Böhm*.

am Mesenterialrande vor, und tragen auf ihrer meist gewölbt vorspringenden Darmfläche auch Zotten.

Ich halte es für ganz entschieden, dass die Follikel der *Peyer*'schen *Plaques* keine Oeffnungen haben, will jedoch folgende Punkte hervorheben: 1) Bei frisch untersuchten Thieren finden sich die Kapseln ohne Ausnahme geschlossen, wie man sehr leicht an den entwickelten *Plaques* des Schweines, Schafes, der Katze, des Hundes u. s. w. sehen kann, die ich überhaupt zur Untersuchung dieser Organe empfehle, weil die *Plaques* beim Menschen so häufig verändert sind. 2) Ein Anschein von Oeffnungen kann entstehen durch die Vertiefungen der Schleimhaut über den einzelnen Follikeln, namentlich wenn der vorragende Theil der Follikelwand nicht sehr prall ist. 3) Beim Menschen sind die geschlossenen Follikel des Darmes sehr vielen Erkrankungen unterworfen und findet man dieselben häufig geplatzt und verändert, so dass oft von den *Plaques* nichts als eine reticulirte, undeutlich grubige Fläche zurückbleibt, ebenso können dieselben auch, wie *Virchow* zuerst gezeigt (Medicinische Reform 1848, Nr. 10, p. 64), nach dem Tode noch bersten, wenn man sie in Wasser an einem wärmern Orte stehen lässt, wesshalb wohl viele der an Leichen gefundenen Oeffnungen als durch Fäulniss entstanden betrachtet werden müssen.

Der von *Brücke* behauptete Zusammenhang der Follikel der *Peyer*'schen Haufen mit Chylusgefässen, wonach diese Organe als Lymphdrüsen zu deuten wären, verdient auf jeden Fall alle Berücksichtigung. Eine unbefangene Würdigung der vorliegenden Thatsachen führt jedoch zu dem Ergebnisse, dass der directe Uebergang der Follikel in Chylusgefässe, wie ihn *Brücke* zuerst statuirte, noch immer nicht bewiesen ist (siehe meine Mikr. Anat. II. 2. p. 188), und ebenso scheinen mir auch die, wie *Brücke* jetzt annimmt, im Innern der Follikel befindlichen interstitiellen Chylusräume, die an den Gefässen derselben liegen und aussen an den Follikeln zu wirklichen Lymphgefässen führen sollen, noch nicht hinlänglich demonstrirt. Eine Differenz zwischen den *Peyer*'schen Haufen und den Lymphdrüsen ist auch nicht zu läugnen. In letzteren communiciren die Alveolen direct unter einander, während bei den erstern die Follikel fast ohne Ausnahme rings herum ganz geschlossene Blasen sind (Communicationen einzelner Follikel, wie sie *Henle* und *Brücke* sahen, sind sicher sehr selten, ebenso sah ich die Follikel nie an einer Seite ohne Wand); die Lymphdrüsen haben ferner zu- und abtretende Chylusgefässe, an den *Peyer*'schen Haufen sind nur die letztern bekannt. Immerhin konnten die *Peyer*'schen Follikel doch eine Art terminaler Lymphdrüsen ohne zuführende Gefässe sein und sind nun gerade in neuester Zeit einige Thatsachen aufgefunden worden, welche diese Auffassung unterstützen. Einmal hat *Brücke* (Sitzungsber. der Wien. Akad. Febr. 1855) das Vorkommen von Chylus im Centrum der *Peyer*'schen Follikel von noch blinden Exemplaren von *Mus decumanus* demonstrirt, was von mir für den Darm junger Hunde, Katzen und Mäuse bestätigt worden ist, nur dass ich die feinen Fettmoleküle meist nur in dem der Darmhöhle zugewendeten Theile der Follikel antraf. Zweitens ist von mir der Nachweis geliefert worden, dass die von den *Peyer*'schen Haufen kommenden Chylusgefässe mehr zellige Elemente führen als die anderer Localitäten des Darmes. Es scheint demnach, dass der Darminhalt sammt dem Fett auch in diese Follikel dringt und dass die geformten Elemente derselben in den Chylus übergehen, so dass es mithin kaum anders möglich ist als anzunehmen, dass irgend eine Verbindung der Follikel mit Lymphgefässen besteht, die freilich noch genauer zu ermitteln ist.

§. 159.

Schleimhaut des Dickdarmes. Dickdarm und Dünndarm stimmen im Bau ihrer Schleimhaut in so vielen wesentlichen Punkten überein, dass es hinreichen wird, auf einige wenige Verhältnisse aufmerksam zu machen.

Der Dickdarm hat mit Ausnahme des Mastdarmes keine eigentlichen Schleimhautfalten, denn in die *Plicae sigmoideae* geht auch die Querfaser-

schicht der *Musculosa* ein. Ebenso fehlen auch vom scharfen Rande der *Valvula Bauhini* an, in welche die *Musculosa* ebenfalls mit eingeht, die Zotten ganz und ist die Oberfläche der *Mucosa*, abgesehen von kaum bemerkbaren kleinen warzenartigen Erhebungen einzelner Orte, eben und glatt. — Die Muskellage der *Mucosa* ist im Colon beim Menschen schwer zu sehen, aber bestimmt da, im Mastdarm dagegen deutlicher; bei Thieren sehe ich dieselbe ganz entwickelt. Nach *Brücke* sind im Colon (bei Thieren?) die auch hier vorkommenden Längs- und Querfaserschichten derselben nur 0,013''' dick, welche Verdünnung auf Rechnung der äussern Längsfasern komme, die auf eine dreifache, selbst nur zweifache Faserlage reducirt seien; im *Rectum* seien die Schichten wieder gleich dick, beide zusammen etwa 0,022''', am Anus selbst bis 0,088''' und mehr. Nach *Treitz* gehen die Muskelfasern hier auch in die *Columnae Morgagnii* ein.

Die drüsigen Gebilde des Dickdarmes sind *Lieberkühn*'sche Drüsen und solitäre Follikel. Die ersteren, auch Dickdarmdrüsen genannt, finden sich überall von der *Bauhini*'schen Klappe bis zum Anus und auch im *Processus vermicularis* eine dicht gedrängt an der andern und vollkommen eben so gebaut, wie die des Dünndarmes, nur entsprechend der grösseren Dicke der Schleimhaut länger und breiter (von $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{5}$''' Länge, $\frac{1}{12}$—$\frac{1}{20}$''' Breite). Auch hier sah ich beim Menschen und bei Thieren ausser einem schönen Cylinderepithel im frischen Zustande durchaus keinen geformten Inhalt, so dass mithin von einem andern Secret als bei den Dünndarmdrüsen um so weniger die Rede sein kann, als die *Mucosa* wie im Dünndarm alkalisch reagirt, und so viel ich wenigstens finde, bei Verdauungsversuchen ebenfalls sich unwirksam erzeigt. — Die solitären Follikel stehen im *Processus vermicularis* einer dicht an dem andern, sind im Blindsack und Mastdarm sehr häufig und auch im Colon meist zahlreicher als im Dünndarm. Von denjenigen des letztern Ortes unterscheiden sie sich durch ihre bedeutendere Grösse (von $\frac{3}{4}$, 1—1$\frac{1}{2}$''') und dadurch, dass auf jedem der kleinen Schleimhauthügel, welche durch die Follikel bedingt werden, in der Mitte eine kleine grubige, längliche oder runde Oeffnung von $\frac{1}{9}$—$\frac{1}{12}$''' sich befindet, die zu einer kleinen Schleimhauteinsenkung über den Follikeln führt. Durch diese Grübchen, die an normalen Dünndarmfollikeln durchaus fehlen, hatte sich *Böhm* seiner Zeit verleiten lassen, diese Follikel für schlauchförmige Drüsen mit Oeffnungen zu halten, was aber nicht richtig ist. Denn im Grunde dieser Vertiefung liegt, wie auch *Brücke* bemerkt, eine ganz geschlossene, etwas platte Kapsel ganz von dem-

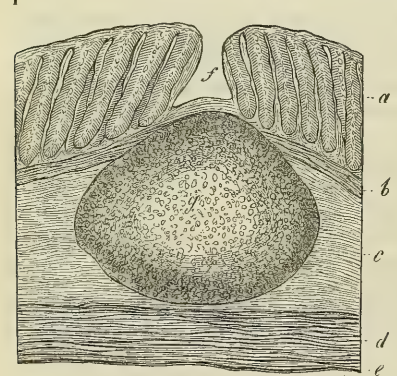


Fig. 232.

Fig. 232. Solitärer Follikel aus dem Colon eines Kindes. Vergr. 45. *a.* Schlauchförmige Drüsen. *b.* Muskellage der Mucosa. *c.* Submucöses Gewebe. *d.* Quermuskeln. *e.* Serosa. *f.* Vertiefung der Schleimhaut über dem Follikel *g.*

selben Bau, wie die Follikel im dünnen Darm, und auch mit Gefässen im Innern, die ich neulich ebenfalls beim Menschen fand.

Die Blutgefässe der Drüsen und Follikel des Dickdarmes verhalten sich wie im Dünndarm. Um jede *Lieberkühn*'sche Oeffnung herum zeigt sich ein Ring von Gefässen von 0,006—0,01''', der bald einfach, bald, namentlich in der Nähe der solitären Kapseln, mehrfach ist. Von diesen Gefässen aus beginnen weitere Venenstämme, die zwischen den Drüsen in die Tiefe ziehen, während um diese herum feinere unmittelbar aus den Arterien entspringende Capillaren ein dichteres Netz bilden (Fig. 218). Das Verhalten der Lymphgefässe in der *Mucosa* ist gänzlich unbekannt, ebenso das der Nerven. Das Epithel verhält sich wie im Dünndarm, ermangelt jedoch der porösen dicken Säume und grenzt sich am *Anus* durch einen ziemlich scharfen Rand von der äussern Epidermis ab.

§. 160.

Entwickelung des Darmcanals. Die gesammte Darmwand, so mannigfach gesondert dieselbe auch später erscheinen mag, entsteht von zwei Bildungspunkten her, nämlich einmal von dem untern Keimblatt (Schleimblatt, *Pander-Baer;* Schleimhaut, *Reichert*; Drüsenblatt oder Darmdrüsenblatt, *Remak*) aus, welches nicht die Grundlage der ganzen Schleimhaut ist, sondern nur die des Darmepithels und auch der Darmdrüsen und 2) aus dem mittleren Keimblatte (Gefässblatt, *Pander; Membrana intermedia*, *Reichert*), welches neben vielen andern Theilen (Muskeln, Knochen, Nerven, Herz) auch die gefäss- und nervenhaltige Faserhaut des Darmes, sowie die Gefässe, Nerven und Umhüllungen der Darmdrüsen liefert.

Die innere Lage oder das Epithelialrohr besteht, wie von Anfang an, so auch später einzig und allein aus Zellen und wandelt sich durch fortgesetzte Vermehrung seiner Zellen in der Dicke und Fläche, die nach *Remak* durch Theilung geschieht, einmal in die spätern Epithelien und zweitens in die Drüsen des Darmes um. Von den letzten sind die *Lieberkühn*'schen Drüsen des Dünndarmes von Anfang an hohle Ausstülpungen des Epithels, während die Speicheldrüsen und die *Brunner*'schen Drüsen ähnlich wie die Schweissdrüsen als solide Wucherungen des Epithels entstehen und erst bei weiterer Verästelung ihre Höhlungen bekommen. Auch die Magen- und Dickdarmdrüsen entstehen sicher aus dem anfänglichen Epithelialrohre — ob durch Ausstülpung oder Wucherung ist noch nicht entschieden — und bilden anfänglich eine von der Faserlage des Darmes ganz getrennte Lage, daher auch das Epithel an diesen Orten viel dicker als später erscheint. Später wachsen von der letztern zwischen die Drüsen zarte gefässhaltige Fortsätze hinein, bis schliessich beide Lagen innig verbunden die eigentliche Schleimhaut darstellen. Aehnliche und noch bedeutendere Wucherungen der Faserlage bilden auch die Zotten, während aus deren äusseren Theilen die *Musculosa* und *Serosa* sich gestaltet.

Die Untersuchung der Darmschleimhaut bietet grössere Hindernisse als die anderer Theile dar. Das Epithel findet sich in der Regel nur an ganz frischen Objecten

gut erhalten und zerfällt meist leicht in seine Elemente. Will man dasselbe gut sehen und namentlich auch die porösen Säume studiren, so wendet man am besten *Humor vitreus*, Kochsalz von $\frac{1}{2}\%_0$, oder phosphorsaures Natron von 3—5% an, doch thun auch diluirte Chromsäure und doppeltchromsaures Kali gute Dienste. Die *Villi* sieht man am besten an dünnen mit einer feinen Scheere entnommenen senkrechten Schnitten, dann bei kleiner Vergrösserung bei Beleuchtung von oben. Während der Resorption findet man dieselben meist von Fett und Zellen gefüllt, so dass man ihre einzelnen Theile, mit Ausnahme der Chylusgefässe, die durch Essigsäure und noch besser durch verdünntes *Natron causticum* deutlich werden, nicht wahrnimmt. Ausssrhalb dieser Zeit erkennt man die Muskeln der Zotten bei Essigsäurezusatz leicht an ihren Kernen. Für die Blutgefässe muss man Injectionen haben, am besten solche, die von Arterien und Venen aus zugleich gemacht sind, und dieselben feucht aufbewahren (doch sieht man die Gefässe der Zotten auch an ganz frischen Objecten leicht). Dasselbe gilt von den übrigen Darmtheilen, für die namentlich senkrechte Schnitte belehrend sind. Zur Untersuchung der Chylusgefässe macht *Brücke* die Darmschleimhaut mit einer Eiweisslösung durchsichtig, die so bereitet wird. Zum Weissen von Eiern wird so viel concentrirte Kalilauge gesetzt, dass das Ganze zu einer Gallerte erstarrt. Nach einigen Tagen Stehens im warmen Zimmer wird die Gallerte wieder flüssig, während sie zugleich nach Ammoniak riecht. Dann wird noch mit verdünnter Salzsäure neutralisirt und filtrirt. Für die Drüsen benutze ich vor Allem frische Darmstücke, obschon die Präparation an solchen oft, wie im Magen, ungemein schwierig ist, dann aber auch in absolutem Alkohol, Holzessig oder Chromsäure erhärtete, ferner nach *Purkyně* und *Middeldorpf* mit Essigsäure von 80 pCt. gekochte und getrocknete, oder nach *Wasmann* mit Gummi getränkte und getrocknete Schleimhaut, von der man mit einem scharfen Messer dünne senkrechte und quere Schnitte entnimmt, die man nach Bedarf noch durch ein wenig Natron hell macht. Am schwierigsten ist die Zerlegung der Magenmucosa in ihre Elemente, namentlich wenn sie so dick ist, wie beim Pferd und Schwein. Leichter geht es beim Hund, der Katze, dem Kaninchen, den Wiederkäuern, wo man oft, wenn man mit einem Messerrücken stark drückend über die Schleimhaut fährt, das Epithel der Drüsen im Zusammenhang herausfördert, was natürlich allen gewünschten Aufschluss über die Form und die Auskleidung der Drüsen gibt. Uebrigens zerfällt auch beim einfachen Zerzupfen die Magenschleimhaut der letztgenannten Thiere oft leicht in ihre Elemente.

Die *Brunner*'schen Drüsen machen keine Schwierigkeiten bis auf die Ausführungsgänge, die man jedoch an senkrechten Schnitten und bei Thieren auch beim Zerzupfen der Mucosa deutlich sieht. Ebenso isoliren sich die *Lieberkühn*'schen Drüsen meist ungemein leicht in ihrer ganzen Länge; während die geschlossenen Follikel des Darmes sorgfältig von aussen blosszulegen, zu isoliren oder anzustechen, auch an senkrechten Schnitten zu studiren sind. Die *Musculosa* der Schleimhaut ist ebenfalls von Aussen durch Ablösen der *Tunica nervea* zu entblössen und dann in kleinen Segmenten von der Drüsenschicht abzulösen; ihre Elemente sieht man nach Maceration in Salpetersäure von 20 pCt. sehr gut.

Literatur des Darmcanals. *Th. L. W. Bischoff*, Ueber den Bau der Magenschleimhaut, in *Müll.* Arch. 1838, S. 503, mit Abb.; *Wasmann*, *De digestione nonnulla. Berol.* 1839. *c. tab.*; *L. Böhm*, *De glandularum intestinalium structura penitiori. Berol.* 1835. 8. *c. tab.* und: Die kranke Darmschleimhaut in der asiatischen Cholera. Berl. 1838; *J. Henle*, *Symbolae ad anatomiam villorum intestinalium impr. eorum epithelii et vasorum lacteorum*, *c. tab. Berol.* 1837. 4; *J. Flouch*, *Recherches sur la membrane muqueuse intestinale*, in *Mém. de la société d'histoire natur. de Strasbourg. III.* 3. *Strasb.* 1845; *A. Th. Middeldorpf*, *De glandulis Brunnianis. Vratisl.* 1846. *c. tab.*; *E. H. Weber*, in *Müll.* Archiv 1847, p. 400, und in Berichte der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, Heft VII. 18. Mai 1847, p. 245; *Frerichs* (und *Frei*), Art.: Verdauung in *Wagner's* Handw. der Physiologie. Bd. III. S. 738—755; *R. O. Ziegler*, Ueber die solitären und *Peyer*'schen Follikel. Würzburg 1850. *Diss.*; *E. Brücke*, 1) Ueber den Bau und die physiologische Bedeutung der *Peyer*'schen Drüsen, in Denkschriften der Wiener Akademie. Bd. II. 1850. S. 21. Mit 1 Tafel; 2) Das Muskelsystem der Schleimhaut des Magens und

3) Ueber ein in der Darmschleimhaut aufgefundenes Muskelsystem, in den Berichten der Akademie. 1851; *Kölliker*, Ueber das Vorkommen von glatten Muskelfasern in Schleimhäuten, in Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd III. 1851, S. 106, und Nachtrag dazu Heft II; *F. Ernst*, Ueber die Anordnung der Blutgefässe in den Darmhäuten. Zürich 1851. *Diss. c. tab.*; *Ecker*, Ueber die Drüsen der Magensch. des Menschen, in Zeitschr. f. rat. Med. II. 1852. p. 243; *Henle*, Ueber die Drüsen des menschl. Magens, in Zeitschr. f. rat. Med. II. 1852. p. 309; *Bruch*, Beitr. z. Anat. u. Phys. der Dünndarmschleimhaut, in Zeitschr. f. wiss. Zool. IV. p. 282; *Brücke*, Ueber die Chylusgefässe und die Resorption des Chylus, in Denkschr. d. Wien. Akad. 1853, dann in Zeitschr. d. Wien. Aerzte. 1853. p. 282, 378, 571; *Kölliker*, Histologische Studien, in Würzb. Verh. IV. p. 52; *Donders*, in *Ned. Lanc.* 1852. *Oct. p.* 265, dann *De Klieren der maag en hare afscheiding. ibid. p.* 218; *Bijdrage tot den fijneren bouw der dünne darmen. ibidem Febr.-Apr.* 1853; *Berlin*, *Bijdrage tot de spijsvertering der vogels. Ned. Lanc. Jul. Aug.* 1852; *Treitz*, Ueber e. neuen Muskel am Duodenum des Menschen, In Prag. Viert. 1853. I. p. 113; *H. Fink, Sur la physiol. de l'epithèle intest.* 1854. *Strasburg Thes.*; *L. Ulmann*, *Disq. de villis homin. sup. animal. Dorp.* 1855. *Diss.*; *Brinton*, *Art. Stomach and intestine in Todd's Cyclop. of anat. LXVI. p.* 358; *Brücke*, D. resorb. Gefäss. d. Darmschl. in Wiener Wochenschr. 1855. Nr. 24, 25, 28, 29, 32; Nachw. v. Chylus im Innern der *Peyer*'schen Drüsen, in Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1855. p. 267; *A. Kölliker*, Nachweis eines bes. Baues der Cylinderzellen des Dünndarms, in Würzb. Verh. Bd. VI; Bem. üb. d. Resorpt. d. Fettes im Darmcanal etc. Ebend. Bd. VII; *Zenker*, Verh. d. Chylusgef. v. Darmschl., in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI. p. 321; *Funke*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI. p. 307, Ebend. VII. p. 315; Wiener Woch. 1855. Nr. 31; *v. Wittich*, Beitr. z. L. v. d. Fettresorption, in *Virch.* Arch. XI. p. 37; *Donders*, *De opslorping van vet in het Darmkanaal* in *Ned. Lanc.* 3. *Ser.* 5. *Jaarg. p.* 319; *J. Brettauer* und *Steinach*, Unt. üb. d. Cylinderepithel. d. Darmzotten. Wien. 1857; *H. Welcker*, Bem. z. Mikrogr., in Zeitschr. f. rat. Med. N. F. VIII. p. 329; *G. Meissner*, Ueber die Nerven der Darmwand, in Zeitschr. f. rat Med. VIII. 1857. p. 364; *Th. Billroth*, Einige Beob. üb. d. ausged. Vorkommen v. Nervenanastomosen im *Tract. int.*, in *Müll.* Arch. 1858. p. 148; *R. Remak*, Ueber peripherische Ganglien an den Nerven des Nahrungsrohres, in *Müll.* Arch. 1858. p. 189; *Heidenhain*, Die Absorptionswege des Fettes in *Moleschott's* Untersuchungen. Bd. IV. — Von Abbildungen sind zu nennen *Ecker's Icon. Tab. I. II.* (sehr schön), *Funke*, Atlas. Tab. VIII.

V. Von der Leber.

§. 161.

Die Leber ist eine grosse Drüse, die schon durch den innigen Zusammenhang ihrer grösseren Abschnitte von den zusammengesetzten bisher beschriebenen Drüsen, wie den Speicheldrüsen, sich unterscheidet, und durch den Bau des secernirenden, die Galle bereitenden Parenchymes eine ganz eigene Stelle einnimmt. — Die Theile, die dieselbe zusammensetzen und zu ihr gehören, sind: das secernirende Parenchym, bestehend aus den Läppchen oder Inselchen der Leber und den Leberzellennetzen; die aus diesem sich bildenden Gallengänge mit den abführenden Gallenwegen; sehr zahlreiche Blutgefässe; ziemlich viele Lymphgefässe und Nerven; endlich eine Hülle vom Bauchfell.

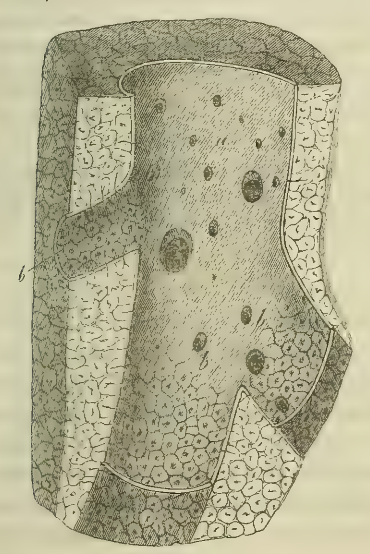
§. 162.

Secernirendes Parenchym, Leberläppchen und Lebersubstanz. Betrachtet man die Oberfläche oder eine Schnittfläche einer mensch-

lichen Leber, so bietet dieselbe gewöhnlich ein gesprenkeltes Ansehen dar, meist in der Weise, dass kleine rothe oder braune Flecken von sternförmiger Figur von einer mehr gelbröthlichen Substanz umflossen sind, Mark- und Rindensubstanz *(Ferrein)*, welche Färbung nur von der meist ungleichförmigen Vertheilung des Blutes in den kleinsten Stämmchen und den Capillaren herrührt, und bei gesunden Individuen durch eine gleichmässige rothbraune Farbe vertreten wird. Von Läppchen, zu deren Annahme das oft regelmässig gesprenkelte Ansehen des Leberparenchyms geführt hat, um so mehr, da dieselben bei einem viel untersuchten Thiere, dem Schweine, ganz ausgezeichnet sich finden, zeigt, wie *E. H. Weber* 1842 zuerst lehrte, die menschliche Leber nichts, vielmehr stehen hier sowohl der secernirende Apparat als auch die wichtigsten Theile des Gefässsystems, d. h. das zwischen Pfortader und Lebervenen namentlich gelegene Capillarnetz durch die ganze Leber im innigsten Zusammenhange. Nichtsdestoweniger würde man sehr irren, wenn man das secernirende Leberparenchym als überall gleichartig auffassen wollte. Es finden sich in demselben gewisse kleinste Abschnitte, die, wenn auch keineswegs von einander getrennt, doch eine gewisse Selbständigkeit besitzen. Diese Leberläppchen, wie man sie immerhin nennen kann, wenn man das Wort allgemeiner auffasst, oder Leberinselchen *(Arnold)* entstehen dadurch, dass 1) die kleinsten Stämmchen der zu- und abführenden Blutgefässe, die *Venae inter-* und *intralobulares (Kiernan)*, die ganze Leber hindurch in einer ziemlich gleichen Entfernung von einander stehen, so dass ein Stückchen Lebermasse von $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$—1''' Durchmesser ohne Ausnahme im Innern einer kleinen Wurzel der Lebervene den Ursprung gibt und von aussen eine gewisse Zahl von feinsten Pfortaderästchen und auch von solchen der Leberarterie aufnimmt und 2) auch die Anfänge der gallenableitenden Canäle oder der Lebergänge nicht regellos im Parenchym zerstreut, sondern so gelagert sind, dass sie immer erst in einer Entfernung von $\frac{1}{7}$—$\frac{1}{2}$''' von den Anfängen der Lebervenen beginnen und mit den feinsten Pfortaderästchen verlaufen. So entstehen in der Leber kleine Massen, die nur secernirendes Parenchym, Capillaren und Anfänge der Lebervenen enthalten, während in den Zwischenräumen derselben neben dem Parenchym und den Capillaren auch die Anfänge der Lebergänge und die letzten Aeste der Pfortader und Leberarterie sich finden, welche, indem sie nicht nur von einer, sondern immer von verschiedenen Seiten her an die genannten Abschnitte treten und noch durch Bindegewebe verstärkt und theilweise vereinigt werden, wenn auch nicht rings herum geschlossene, doch theilweise zusammenhängende Zonen um sie bilden.

Die Lebern der Thiere, die Läppchen darbieten (Eisbär *J. Müller*, Schwein), sind für die Erkenntniss des Baues dieses Organes von grösster Wichtigkeit und gebe ich daher in folgendem noch eine Schilderung des Baues der Schweinsleber. Betrachtet man eine solche auf Schnitten oder sonst, so findet man dieselbe immer in viele kleine, rundlich vieleckige, nicht ganz regelmässige Felder von ziemlich gleichmässiger Grösse ($\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{4}$''') abgetheilt, welche aus dem eigentlichen Leberparenchym bestehen und von weisslichen, dem Auge leicht sichtbaren Scheidewänden abgegrenzt sind. Schabt man eine Schnittfläche mit einem Scalpellstiel, so isoliren sich den Feldern an Grösse gleich

eckige Lebermassen und bleiben die Kapseln, die dieselben umgeben, als leere Fächer, wie Bienenwaben, zurück. Noch deutlicher treten die letzteren hervor, wenn man ein dünnes Lebersegment mit den Fingern im Wasser leicht knetet, abspült und auf schwarzem Grund untersucht, in welchem Falle manche Fächer fast ganz geschlossen bleiben und noch deutlicher als vollständige Kapseln sich darstellen. Diese Kapseln gehören nach *Beale* jedem Leberläppchen besonders an, immerhin kann man, da dieselben durch ein etwas lockeres Bindegewebe auch unter einander zusammenhängen, dieselben auch als ein **durchweg zusammenhängendes Fächerwerk** sich denken, in dessen Maschen die Leberläppchen enthalten sind. Verfolgt man die Kapseln oder die Scheidewände der Läppchen, so findet man, dass dieselben vorzüglich Ausbreitungen des die *Vena portae* u. s. w. begleitenden Bindegewebes oder der sogenannten *Capsula Glissonii* sind, jedoch auch mit der serösen Hülle der Leber zusammenhängen und an die grösseren Lebervenen sich anschliessen. — Die Beziehung der Läppchen zu den Lebergefässen hat *Kiernan* zuerst richtig aufgefasst, wenn er sagt, dass dieselben den Aestchen der Lebervenen aufsitzen wie Blätter ihrem Stiel. In der That findet man, wenn man einen kleineren Ast der Lebervenen aufschneidet (Fig. 233 *bbb*), dass derselbe von allen Seiten von Leberläppchen umgeben ist und je eine Vene aus einem derselben bezieht, so dass dieselben wirklich wie auf kurzen Stielen ihm aufzusitzen scheinen. Da



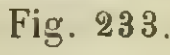


Fig. 233.

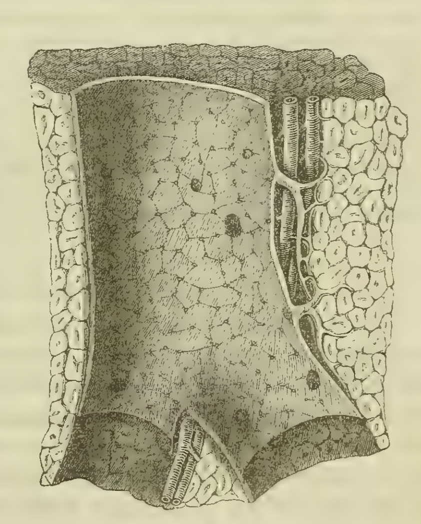


Fig. 234.

nun dies von den Venen mittleren Durchmessers an bis zu den *Venae intralobulares* ganz gleich sich findet, so kann man nicht ohne Grund die Lebervenen und die Leberläppchen mit einem Baum vergleichen, dessen Aeste so zahlreich und so dicht mit eckigen polygonalen Blättern besetzt sind, dass das Laubwerk so zu sagen nur eine Masse ausmacht. Denkt man sich nun in diesen Lebervenenbaum von der Seite der Krone her ein anderes ramificirtes Gefässsystem so eingeschaltet, dass seine grösseren Aeste in die Spalten zwischen den Hauptgruppen desselben, die kleineren und kleinsten in die Zwischenräume zwischen die untergeordneten Massen und die Läppchen selbst eindringen, so zwar, dass

Fig. 233. Segment der Schweinsleber, mit einer geöffneten Lebervene, etwas vergr. *a.* Grosse Vene, in die noch keine Intralobulares einmünden. *b.* Aeste derselben mit Intralobulares und durchschimmernden Basen der Läppchen. Nach *Kiernan*.

Fig. 234. Aufgeschnittener Pfortaderast des Schweines mit den ihn begleitenden Aestchen der Leberarterie und des Leberganges. Nach *Kiernan*.

jedes Läppchen vielfach von den feinsten Zweigchen berührt wird und noch von einem sie begleitenden Bindegewebe Scheiden erhält, so hat man auch das Verhältniss der Pfortader so bestimmt als es möglich ist, sich vorgestellt. — Was die Gallengänge und die Leberarterie anlangt, so begleiten dieselben einfach die Pfortader und bedürfen daher keiner weitern Erwähnung. — Die Form der Läppchen ist in der Schweinsleber eine eckige, so dass sie auf dem Quer- und Längsschnitt meist unregelmässige Vier-, Fünf- und Sechsecke bilden.

In der menschlichen Leber ist das Bindegewebe zwischen den Leberinseln im Begleit der *Vena portae* sehr spärlich, und kann weder von Scheiden um die einzelnen Inseln herum noch von einer irgendwie vollständigen Einschliessung derselben durch die Gefässe die Rede sein. Bei der *Cirrhosis hepatis* vermehrt sich dagegen das Bindegewebe im Leberparenchym ungemein und können dann auch die einzelnen secernirenden Abschnitte deutlicher hervortreten oder wirklich als Läppchen ganz geschieden sein. — Die rothbraune Lebersubstanz ist weicher, weil mehr macerirt und sinkt an der Oberfläche und auf Schnitten mehr ein als die andere; auch lässt sich dieselbe leichter abschaben und fällt an feinen Segmenten gern theilweise aus. Die Rindenschicht, die die rothbraunen Flecken netzförmig umgibt, zeigt schmalere Stellen, *Fissurae interlobulares*, *Kiernan*, und breitere eckige, *Spatia interlobularia*, in denen nicht selten ein Blutpunkt von einem Pfortaderästchen her zu sehen ist, doch nicht so regelmässig, wie in den braunen Stellen, wo derselbe von der *Vena intralobularis* herrührt und oft sternförmig erscheint. Durch grössere Füllung des Capillarnetzes kann es geschehen und nach *Theile* ist dies bei der Mehrzahl gesunder menschlicher Lebern die Regel, dass die *Fissurae interlobulares* verschwinden und die braune Substanz in Gestalt eines Netzes, die gelbe in isolirten Flecken auftritt. Ich finde ganz frische Lebern meist gleichmässig gefärbt, wie ich oben schon angab. *Kiernan* beschreibt von Kindern auch noch eine Umkehrung der Färbung, die er von einer Congestion mehr auf Seiten der *Vena portae* abhängig macht, so dass die äusseren Theile der Leberläppchen mehr injicirt seien, auf welche Form ich ebensowenig wie *Theile* bisher geachtet habe.

§. 163.

Leberzellen und Leberzellennetz. Ein jedes Leberinselchen enthält zwei Elemente: 1) ein Netz von Capillaren, die einerseits mit den feinsten Pfortaderästchen zusammenhängen, andererseits zu der centralen Vene desselben, einem der Anfänge der Lebervenen, sich ansammeln, und 2) ein Flechtwerk von zarten Balken, die aus nichts anderem als aus dicht und unmittelbar aneinander gefügten Zellen, den sogenannten Leberzellen bestehen. Diese beiden Netze sind so durcheinander gewirkt, dass die Zwischenräume des einen von den Theilen des andern vollkommen ausgefüllt werden, und wenigstens bei bluthaltigen oder injicirten Gefässen keinerlei Zwischenräume zwischen denselben sich finden. Von gallenführenden Canälchen ist in diesem Netze auch nicht die Spur zu sehen und treten solche erst in der Peripherie der Leberinselchen da auf, wo auch die feinsten Aestchen der Pfortader sich befinden; ihren Zusammenhang mit dem Leberzellennetz, das unzweifelhaft als secernirender Theil der Leber anzusehen ist, hat erst in der neuesten Zeit *Beale* wirklich beobachtet und so eine wesentliche Lücke in der feineren Anatomie der Leber ausgefüllt.

Die mit der grössten Leichtigkeit sich isolirenden Leberzellen gleichen bei einer Grösse von 0,008—0,012‴ im Mittel, 0,006—0,016‴ in den Extremen, in der Form den Elementen des Pflasterepithelium, nur dass ihre Gestalt

unregelmässiger ist. Ihre Membran ist zart und vollkommen geschlossen und ihr Inhalt in ganz normalen Lebern, wie man sie beim Menschen seltener findet, abgesehen von einem runden, bläschenförmigen, 0,003—0,004‴ grossen Kerne mit *Nucleolus*, der in sehr vielen Zellen doppelt vorhanden ist, eine feinkörnige, leicht ins Gelbe spielende halbflüssige Substanz, die, wie die mikroskopische Untersuchung ergibt, wahrscheinlich die wesentlichen Elemente der Galle enthält. — Ausserdem finden sich häufig noch Fetttröpfchen und gelbe Farbkörner. Die erstern (Fig. 235 *c*) zeigen sich bei fettiger Entartung der Leber in allen Leberzellen in solcher Menge, dass diese gewissen Formen von Fettzellen sehr ähnlich werden, und erfüllen als wenige grössere oder viele kleinere Tröpfchen die Zellen meist ganz, so dass der Kern unsichtbar wird. Von diesen exquisitesten Formen bis zu gewöhnlichen Zellen mit einigen wenigen kleinen Tröpfchen oder einem einzigen etwas grösseren gibt es alle Uebergänge, und zwar kommen die fettärmeren Zellen in gewissen Mengen fast in jeder der gewöhnlich zur Section kommenden Leichen vor, so dass man, wenn man nicht die Verhältnisse der Thiere, wo diese Fetttropfen fehlen, im Auge behielte, die Erscheinung für eine wenigstens in ihren geringeren Graden ganz normale halten könnte. Fast dasselbe gilt von den Farbkörnchen (Fig. 235 *b*). Auch sie sind, wenn sie reichlich auftreten, sicher abnorm, können dagegen, wo sie vereinzelt sich finden, nur als eine geringe Abweichung vom Physiologischen angesehen werden. Dieselben sind klein, kaum über 0,001‴, gelb oder gelbbraun, und verhalten sich gegen Reagentien gerade so, wie der innerhalb des Darmcanals niedergeschlagene Gallenfarbstoff, indem sie durch Salpetersäure keine Farbenveränderungen erleiden und in kaustischen Alkalien sich nicht lösen.

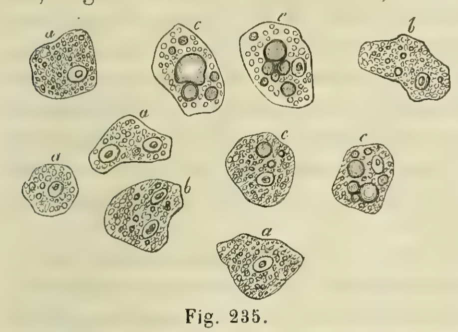


Fig. 235.

Die Leberzellen sind in den Leberinselchen so angeordnet, dass sie, wenigstens im Innern der Läppchen, ohne Beihülfe irgend eines fremden Theiles, wie etwa einer verbindenden Zwischensubstanz oder einer umschliessenden Hülle, einfach dadurch, dass die Zellen mit ihren abgeplatteten Flächen aneinander sich legen, ein Netz bilden. Die einfachen oder ästigen Reihen von Leberzellen, die man unter abgeschabten Lebertheilchen fast immer findet, sind nichts als Bruchstücke des Leberzellennetzes, dessen Elemente nicht besonders fest zusammenhängen. Im Ganzen aufgefasst, zeigt das Netz eines jeden Leberinselchens an der Peripherie mehr rundliche Maschen, im Centrum dagegen constant eine radiäre Anordnung, in der Art, dass auf Querschnitten, die durch die Centralvene gehen von derselben aus langgestreckte und verästelte Balken von Leberzellen mit kurzen Seitenanastomosen einer

Fig. 235. Leberzellen des Menschen, 400mal vergr. *a*. Mehr normale Zellen, *b*. mit Farbkörnchen, *c*. mit Fett.

dicht am andern nach allen Seiten sich ausbreiten, so dass die Maschen zwischen denselben als längere enge Spalten erscheinen. — Die Leberzellenbalken bestehen bald aus 1—3, seltener aus 4—5 Zellenreihen, haben 0,01—0,015''' Durchmesser im Mittel, 0,006—0,02''' in den Extremen und sind im Allgemeinen cylindrisch oder prismatisch, jedoch keineswegs regelmässig, sondern bald so, bald anders, mit gewölbten, ebenen und selbst stellenweise vertieften Oberflächen mit abgerundeten oder scharfen Kanten. Die Maschen des Leberzellennetzes entsprechen den Durchmessern der Capillaren und gröberen an sie angrenzenden Gefässen der Leberinselchen, von denen sie im Leben ganz erfüllt sind und werden weiter unten eine genauere Würdigung finden.

Dem Auseinandergesetzten zufolge enthält das secernirende Parenchym der Leber durchaus keine Canäle, welche man als feinste Gallencanälchen bezeichnen könnte, wie man dies bisher so ziemlich allgemein angenommen hat, sei es, dass man dieselben als Intercellularräume zwischen den Leberzellen ansah (*Henle, Gerlach, Hyrtl, N. Guillot, Lereboullet*) oder als Canäle einer *Tunica propria*, gefüllt mit den Leberzellen (*Krukenberg, Schröder v. d. Kolk, Backer, Retzius, Theile, Weja, Cramer*) oder als verschmolzene, ineinander geöffnete Leberzellen (*E. H. Weber*), sondern besteht aus soliden Netzen von Leberzellenbalken, denen jede Hülle und jeglicher canalartige Raum im Innern des Gänzlichen abgeht, welche Ansicht von mir zuerst im Jahre 1852 mit Bestimmtheit aufgestellt und auch physiologisch verwerthet worden ist, nachdem schon vor mir *Handfield Jones* die Leberläppchen als aus soliden Zellenreihen zusammengesetzt beschrieben hatte (s. Mikr. Anat. II. 2). In der neuesten Zeit hat auch *Beale* im Wesentlichen dieser Ansicht sich angeschlosschlossen, dieselbe jedoch insofern erweitert, 1) dass die Leberzellenbalken an der Oberfläche der Leberläppchen, da wo sie an die feinsten wirklichen Gallencanälchen sich anschliessen, noch äusserst zarte structurlose Membranen haben und 2) dass beim Fötus alle Leberzellenbalken solche Hüllen besitzen, von denen jedoch später die im Innern des Läppchens schliesslich so mit den Gefässen verschmelzen, dass sie nicht mehr nachzuweisen sind. Wenn *Beale* ferner annimmt, dass die Leberzellen den Raum der mit den Capillaren verschmolzenen *Membrana propria* nicht ganz anfüllen, so dass die Galle zwischen den Zellen und der fraglichen Membran abfliesse, so ist er sicherlich im Irrthum und kann meiner Meinung zufolge, mag man auch über die Anwesenheit einer Membran welche Ansicht haben als man wolle, doch darüber kein Zweifel sein, dass das Leberparenchym einzig und allein aus dicht vereinten Zellen und Capillaren ohne weitere Zwischenräume zwischen denselben besteht. Ist dem wirklich so, so springt die grosse Abweichung der Leber von allen andern Drüsen des Körpers klar in die Augen und wirft sich die gewichtige Frage auf, wie bei einer solchen Anordnung das Secret aus dem Innern der Zellen, in das wir dessen Bildung versetzen, fortgeführt und schliesslich abgeleitet werde. Mit Bezug auf letzteren haben nun die Untersuchungen von *Beale*, welche lehren, dass die feinsten Gallengänge an der Oberfläche der Läppchen direct in Leberzellenbalken sich fortsetzen, die noch

eine deutliche *Membrana propria* haben, alle wünschbaren Aufschlüsse gegeben (siehe unten), und was das erstere anlangt, so wird es nicht abzuweisen sein, dass die Galle, die in den Leberzellen sich bildet, von Zelle zu Zelle nach aussen geleitet werden muss. Eine solche Fortleitung durch geschlossene Zellen hat, wie die Pflanzenphysiologie zur Genüge lehrt, durchaus nichts Unmögliches, nur wird dieselbe natürlich nicht so rasch vor sich gehen können, wie an Orten, wo wirkliche Canäle diesem Zwecke dienen. Da die Galle, wie die neuern Erfahrungen immer deutlicher zeigen, nicht nur aus dem Blute ausgeschieden, sondern wirklich in der Leber gebildet wird und zugleich bei weitem das complicirteste Secret ist, so lässt sich vermuthen, dass die eigenthümliche Anordnung des secernirenden Parenchyms in der Leber hiermit im nächsten Zusammenhange steht. In der That werden mit dem Blutplasma, wenn es viele Zellen zu durchlaufen und die metabolischen Einflüsse derselben zu erleiden hat, bevor es an die ableitenden Canäle gelangt, ganz andere Veränderungen vor sich gehen müssen, als wenn dasselbe nur durch eine einfache Zellenlage und eine oder zwei structurlose Häute von den Drüsencanälen geschieden ist. Die Langsamkeit der Secretion, die nothwendig da sein muss, wird durch die Elaboration des Secretes und die Grösse des Organes compensirt.

Die feinere Anatomie der Leber ist durch die sorgfältigen Untersuchungen *Beale's*, dessen Präparate ich aus eigener Anschauung kenne, sehr wesentlich gefördert worden und betrachte ich als das Hauptresultat derselben einmal den Nachweis des directen Zusammenhanges zwischen den feinsten Zellengängen und den Leberzellenbalken, und zweitens die Beobachtung, dass diese Balken beim Fötus alle zarte von den Blutgefässen zu unterscheidenden Hüllen erkennen lassen. Was den Erwachsenen anlangt, so scheint mir *Beale* missverstanden zu werden, wenn man ihm, wie es von mehreren geschehen ist, die Ansicht unterlegt, dass alle Leberzellenbalken besondere von den Gefässen getrennte Membranen besitzen. *Beale* sagt (*on some points of the Anatomy of the liver* p. 44) wörtlich folgendes: »Im Laufe der Entwickelung verschmelzen nach und nach die Hüllen des die Leberzellen enthaltenden Röhrennetzes und die Wandungen der Gefässe mit Ausnahme der Stellen, wo die Maschen des ersteren Netzes weiter und die Capillaren minder dicht angeordnet sind, in welchen Fällen eine besondere Membran des die Zellen einschliessenden Netzes auch beim Erwachsenen demonstrirt werden kann«, und weiter unten: »In gewissen Fällen lässt sich mithin nachweisen, dass die *Basement membrane* des Leberzellen haltenden Netzwerkes von den Capillarmembranen unterschieden ist, in dem grössten Theile des Läppchens jedoch, wo die zwei Membranen in innige Berührung kommen, sind dieselben mit einander so verschmolzen, dass in der That die grosse Mehrzahl der Leberzellen, ausser wo sie einander selbst berühren, vom Blute umspült werden, von welchem sie nur durch eine dünne Lage eines zarten structurlosen Häutchens geschieden sind.« In seinen Schlussbemerkungen p. 73 endlich sagt *Beale* nochmals: »Die Leberzellen liegen in einem röhrigen Netzwerk einer *Basement membrane*, die sie von der Wand der Capillaren trennt. In vielen Fällen jedoch können diese zwei dünnen häutigen Röhrensysteme nicht für sich dargestellt werden und sind unzweifelhaft mit einander verschmolzen.«

Aus diesen Citaten geht wohl deutlich hervor, dass *Beale's* Auffassung der Structur des Innern des Leberläppchens sich nicht wesentlich von der meinigen entfernt, indem eine Membran, die so mit den Capillaren verschmolzen ist, dass sie nicht demonstrirt werden kann, so gut als nicht existirt. Auf der andern Seite gebe ich *Beale* zu, dass eine *Basement membrane* an den Verbindungsstellen der Leberzellenbalken mit den feinsten Gallengängen existirt, ebenso wie beim Fötus überall, bei welcher Anschauung dann allerdings die Leber als weniger abweichend von den andern Drüsen erscheint, unter

denen die mit Zellen ganz gefüllten Magensaftdrüsen noch am nächsten stehen. Die Hauptpunkte, in denen ich von *Beale* abweiche, sind folgende. Erstens nehme ich an den Leberzellen eine Membran an, während *B.* von der Existenz einer solchen sich nicht überzeugen konnte, und wird die Existenz derselben vor Allem durch das Aufquellen und Schrumpfen der Zellen in verschiedenen Reagentien bewiesen (Siehe das folgende), dann auch durch die in Zellen zu beobachtende Molekularbewegung *(Henle)*. Zweitens läugne ich, dass, wie *B.* behauptet (l. c. p. 45), neben den Leberzellen immer auch eine gewisse Menge freier körniger Substanz vorhanden sei, neben welchen auch Fetttröpfchen und gelbes Pigment angetroffen werde, indem ich solche Vorkommnisse für die Folge einer pathologischen oder durch die Präparationsmethode eingeleiteten Zerstörung der Zellen halte, und drittens bin ich, wie oben schon angegeben, der bestimmten Ansicht, dass neben den Leberzellen kein Raum zum Abfliessen der Galle vorhanden ist. — Mit Bezug auf die physiologischen Verhältnisse erlaube ich mir mit Rücksicht auf *Beale* noch die Bemerkung, dass meiner Meinung zufolge jede Leberzelle einerseits Galle bildet und anderseits Stoffe bereitet, die ins Blut zurückgehen. Die Galle wird nothwendig im Innern der Läppchen von Zelle zu Zelle gehen müssen, während die andern Substanzen (Zucker, *Leucin? Tyrosin?*) vielleicht z. Th. direct an die Capillaren treten. Die Ansicht von *Beale*, dass die Galle vorzüglich in den äussern Zellen der Läppchen gebildet werde, die direct vom Pfortaderblut umspült werden, halte ich nicht für unmöglich, doch scheint mir kein triftiger Grund vorhanden, um den innern Zellen eine Betheiligung an diesem Vorgange abzusprechen.

Setzt man den Leberzellen Salpetersäure zu, so färben sie sich, wie auch *Backer* anführt, grünlichgelb. Zucker und Schwefelsäure macht sie roth. Wasser erzeugt in den Zellen einen reichlichen Niederschlag dunkler Körnchen, die in Essigsäure meist leicht und vollkommen sich lösen, so dass die Zellen mehr oder weniger, oft sehr bedeutend erblassen, wie dies auch dann der Fall ist, wenn man die Säure gleich zusetzt. Kocht man die Leber, so wird das Parenchym hart, und erscheinen die Zellen zusammengezogen und krümlich. Verdünnte kaustische Alkalien greifen bei Thieren die Leberzellen rasch an und lösen sie auf, beim Menschen resistiren dieselben etwas mehr, doch quellen sie gleich von Anfang fast um das Doppelte auf, werden ganz blass und vergehen schliesslich ebenfalls. Aether und Alkohol machen die Zellen kleiner und körnig, ebenso Schwefelsäure und Salpetersäure. Das aus diesen und den oben angeführten Thatsachen hervorgehende Resultat ist, dass die Leberzellen eine bedeutende Menge von stickstoffhaltigen Substanzen, Gallenfarbstoff, Fett und vielleicht auch die Gallensäuren enthalten. Die stickstoffhaltigen Verbindungen sind mehrfacher Art, einmal Eiweiss, das auch im Wasserauszuge der Leber sich findet und zweitens die durch Wasser sich niederschlagende, in Essigsäure leicht lösliche Substanz, die an die im Blutserum gefundene caseinartige Substanz erinnert (*Panum* in Archiv für patholog. Anatomie, Bd. IV, 1). Dass Gallenfarbstoff in den Leberzellen enthalten ist, beweist weniger ihre Färbung durch Salpetersäure, denn diese findet sich auch bei vielen andern Zellen, als die Färbung der Zellen überhaupt und das häufige Vorkommen von unlöslichem Gallenfarbstoff. Die Existenz der Gallensäuren in den Leberzellen lässt sich nicht direct beweisen indem auch Eiweiss und Fett durch Zucker und Schwefelsäure roth wird *(Schultze)*, ist aber wahrscheinlich. Dagegen findet sich sicher Fett in ihnen und zwar auch dann, wenn dasselbe nicht mikroskopisch nachzuweisen ist, wie dies aus den Gesammtanalysen der Leber hervorgeht. Ebenso muss der Zucker, den die Untersuchungen von *Bernard* in der Leber ergeben haben, dann die glycogene Substanz (*Bernard*, *Hensen*), das *Leucin*, *Tyrosin* (*Frerichs*, *Städeler*, *Virchow*), *Hypoxanthin* und *Xanthoglobulin* (*Scherer*), wohl auch ins Parenchym, also in die Zellen und nicht nur ins Blut verlegt werden.

Da die Summe der Leberzellen die Hauptmasse der Leber ausmacht, so füge ich hier auch das Resultat einer der vielen Leberanalysen von *Bibra* bei (Chemische Fragmente über die Leber und Galle, Braunschweig 1849). Derselbe fand in 100 Theilen Lebersubstanz eines plötzlich verstorbenen jungen Mannes:

In Wasser unlösliche Proteinsubstanz . .	9.44
Eiweiss	2.40
Leimgebende Substanz	3.37
Extractive Materien	6.07
Fett	2.50
Wasser	76.17
	100.00

100 Theile Substanz enthielten 3.99 Asche, darunter besonders phosphorsaures Alkali, dann phosphorsauren Kalk, etwas Kieselerde und Eisen, auch Chlornatrium. Die in Wasser unlösliche Proteinsubstanz rührt von den Kernen und Membranen der Leberzellen, dann auch von der bezeichneten Substanz im Innern derselben her. Das Eiweiss stammt zum Theil aus dem Blute, sicher aber auch aus den Zellen. Unter den extractartigen Materien fand *Bibra* weder Kreatin noch Kreatinin; der Farbstoff, der unter denselben sich befand, gab die Reactionen des Gallenfärbstoffes nicht, woraus *B.* den Schluss zieht, dass dieser noch nicht als solcher in den Zellen sich befinde. Noch erwähne ich die von mir (Art. *Spleen* in *Todd's Cyclop. of Anatomy. p.* 799) gefundene saure Reaction des frischen Leberparenchyms, die hier gewiss noch auffallender ist als bei der Milz. Auch *Bibra* fand den Wasserauszug der Ochsenleber sauer reagirend (l. c. p. 33) und wies in demselben Milchsäure nach.

§. 164.

Ableitende Gallenwege. Der Lebergang mit seinen Aesten begleitet die Pfortader und Leberarterie, so dass immer ein Pfortaderzweig an einer Seite einen viel engern Gallengang und eine ebenfalls enge Arterie hat und mit denselben von einer bindegewebigen Hülle, der sogenannten *Capsula Glissonii* umhüllt ist. Die Lebergänge verästeln sich beim Menschen mit der Pfortader baumförmig und lassen sich weit hinein mit dem Messer blosslegen und mit dem Mikroskope an frischen und injicirten Lebern bis zu den Läppchen verfolgen. Bevor sie an die Läppchen treten, anastomosiren die Hauptzweige der Lebergänge entweder gar nicht oder nur sehr spärlich, wohl aber

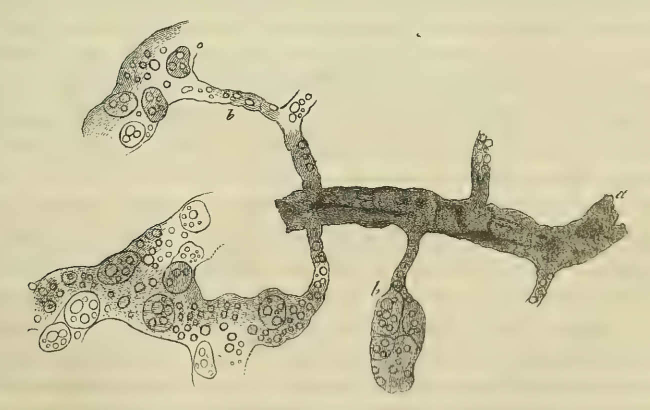


Fig. 236.

Fig. 236. Endigung der Gallengänge vom Schwein. Injectionspräparat. Vergr. 215. *a.* Kleiner Ast eines *Ductus hepaticus interlobularis*; *b. b. b.* Oberflächlichste Theile der Leberzellen haltenden zarten Röhren mit Zellen und freien Fetttröpfchen, die meiner Meinung nach von zerstörten Zellen abstammen; *c.* feinste Gallengänge. Nach *Beale.*

bilden ihre Nebenäste in vielen Fällen *(Beale)* und erzeugen auch ihre Enden zwischen den Läppchen oder die *Ductus interlobulares*, wie man sie genannt hat, wenigstens beim Menschen *(Beale)*, untereinander ein Geflecht und umstricken so die Leberinselchen. Aus diesen Gängen von $\frac{1}{90}$—$\frac{1}{120}'''$ gehen dann Aestchen von $\frac{1}{100}$—$\frac{1}{120}'''$ in nicht zu grosser Zahl an die Leberinseln ab und setzen sich nach *Beale* in der Art mit dem Leberzellennetz in Verbindung, dass sie, nachdem sie beim Menschen und Kaninchen ein lockeres Netzwerk erzeugt, direct mit den Leberzellenhaltigen zarten Röhrchen sich fortsetzen. Dies geschieht meist in der Art (Fig. 236), dass die feinsten wirklichen Gallengänge bis zu einem Durchmesser von 0,005 — 0,007''' herabsinken und dann auf einmal zu den bedeutend stärkeren Leberzellenröhrchen sich erweitern, welche Verbindungen alle an der Oberfläche der Läppchen, jedoch in etwas verschiedener Tiefe und nicht gerade immer zu äusserst sich machen.

Alle Lebergänge bestehen aus einer bis zu Canälen von 0,1''' dickeren Faserhaut aus derbem Bindegewebe mit vielen Kernen und elastischen Fäserchen und einem 0,01''' dicken Cylinderepithel, das an Gängen unter 0,04—0,05''' allmählich in ein Pflasterepithelium sich verwandelt. Während zugleich die bindegewebige Hülle zu einer structurlosen *Membrana propria* sich umwandelt. Wie die grösseren Lebergänge sind auch der gemeinschaftliche Gallengang und der Gallenblasengang gebaut, nur sind die Wände derselben relativ dünner und zerfallen deutlich in eine Schleimhaut und in eine Faserschicht, welche letztere auch einzelne muskulöse Faserzellen enthält, jedoch im Ganzen so spärlich, dass von einer besonderen Muskelhaut dieser Gänge nicht die Rede sein kann.

Die Gallenblase besitzt zwischen dem Bauchfellüberzuge und dem reichlichen subserösen Gewebe eine zarte Muskellage, deren 0,03—0,04''' lange Faserzellen besonders der Länge und der Quere nach verlaufen und nur undeutliche Kerne haben. Die Schleimhaut ist durch viele netzförmig verbundene, höhere und niedrige Fältchen ausgezeichnet, in denen ein Capillarnetz ganz dem der blattartigen Darmzotten gleich sich findet und besitzt ebenfalls ein Cylinderepithel, dessen einzelne Zellen oft wie die Häute der Blase überhaupt von Galle tingirt sind, ihre Kerne nicht immer deutlich zeigen und nach *Virchow* eine verdickte freie Wand besitzen, die derjenigen der Zellen des Dünndarms ähnlich ist.

Die Gallenwege enthalten eine Menge kleiner traubiger, gelblicher Schleimdrüsen, sogenannte Gallengangdrüsen, in ihren Wänden, deren 0,016—0,024''' grosse Drüsenbläschen in nichts Wesentlichem von denen anderer kleiner traubenförmiger Drüschen abweichen. Im *Ductus hepaticus*, *choledochus* und im untern Theile des *Cysticus* sind die Drüsen in der Faserhaut, zum Theil auch aussen an derselben, recht zahlreich, von $\frac{1}{4}$—1''' und darüber Grösse, und münden durch die schon mit blossem Auge sichtbaren Löcher von 0,1—0,14''', die der Schleimhaut dieser Canäle ein netzförmiges Ansehen geben, zu einer oder mehreren aus. Im Anfange des *Cysticus* sind die Drüsen selten und in der Gallenblase, in welcher einige sie gesehen haben wollen, auf jeden Fall nicht constant. Dagegen kommen drüsenartige Bildungen in den Aesten des *Hepaticus* bis zu solchen von $\frac{1}{3}'''$ wieder vor, und münden zum

Theil mit zwei Reihen von feinen Oeffnungen aus, die in diesen Canälen sich finden.

Hier sind noch einige eigenthümliche Abzweigungen der Gallengänge zu erwähnen, die *Vasa aberrantia (E. H. Weber).* — Dieselben finden sich 1) im *Ligamentum triangulare sinistrum* als 6—10 und mehr 0,006—0,027''' weite, aus einer Faserhaut und kleinen Zellen bestehende Canäle. *Ferrein* und *Kiernan* sahen dieselben bis an das Zwerchfell sich erstrecken, doch reichen sie meist nur bis zur Mitte des Bandes oder noch weniger weit, indem sie sich verästeln, Netze bilden und auch schlingenförmig zusammenhängen. Nach *Theile* gehen manchmal ziemlich grosse Gallencanäle bis zum Rande des linken Leberlappens, ohne in das dreieckige Band einzutreten. 2) Anastomosirende Gallencanäle finden sich ferner in der häutigen Brücke, die hinter der unteren Hohlvene den *Spigel*'schen und rechten Lappen verbindet, dann in der häutigen Brücke, welche oft die *Vena umbilicalis* deckt und am Rande der Gallenblasengrube. 3) In der *Fossa transversa hepatis* geben nach *E. H. Weber* der rechte und linke Ast des *Ductus hepaticus* und die hier befindlichen kleineren Zweige desselben eine Menge feiner Aestchen ab, die sich in dem die *Fossa* überziehenden Bindegewebe der *Capsula Glissonii* ausbreiten und ein Netz bilden, das mithin den rechten und linken Lebergang verbindet. Manche kleinere Zweige dieser Gallengänge endigen sich mit geschlossenen angeschwollenen Enden von $\frac{1}{25}$—$\frac{1}{18}$''', und an den Wänden dieser Gänge überhaupt finden sich eine Menge rundlicher Vorsprünge, die wie die Wände der kleinsten Luftröhrenäste aus flachen verwachsenen und mit der Höhle der Canäle weit communicirenden Blasen zu bestehen scheinen. Dasselbe, was *Weber* so als *Vasa aberrantia* deutet, beschrieb später *Theile* als Gallengangsdrüsen. Er sagt, die langgezogenen Drüsen verlaufen nicht bloss hin- und hergebogen, sondern theilen sich auch und die Theilungsäste fliessen wieder untereinander und mit den nebenliegenden Drüsen zusammen, ein Vorkommen, das an den Drüsen der gröberen und mittleren Gallencanäle, besonders aber in dem Bindegewebe der *Fossa transversa* zu beobachten sei, woselbst auch die Drüsennetze mit beiden Aesten des Leberganges zusammenhängen. Diesen Angaben gegenüber beharrt *Weber* in seiner neuesten Arbeit auf seiner früheren Deutung und macht gegen *Theile* besonders geltend, dass sonst nirgends Schleimdrüsen mit ihren Gängen Netze bilden und die Ausführungsgänge einer andern Drüse untereinander in Verbindung setzen, ferner, dass bei Neugebornen wohl das Netz der Gallengänge in der *Fossa transversa* da sei, die Aeste, die mit angeschwollenen Enden aufhören, dagegen fast ganz fehlen. Auch *Beale* stellt sich anf die Seite von *Weber* und geht sogar so weit, auch die oben erwähnten Gallengangsdrüsen zu den *Vasa aberrantia* zu stellen. Nach dem was *B.* über die sogenannten Drüsen der Lebergänge selbst mittheilt, die nach ihm häufig röhrig sind und anastomosiren, scheint er allerdings für diese Canäle recht zu haben, wenn er sie einfach als Abzweigungen der Gallengänge ansieht, doch folgt hieraus noch nicht, dass dieselben nicht auch Schleim secerniren und wie er glaubt als Gallenbehälter fungiren. Auf jeden Fall wird man den Organen in den grossen Gallengängen kaum eine andere Bedeutung zuschreiben können, als die von Drüsen, wenn auch die Entwickelungsgeschichte zeigen sollte, dass sie genetisch mit den ächten *Vasa aberrantia* übereinstimmen. Ueber die Einzelnheiten in Betreff dieser Gänge und das Verhalten der Gallengänge überhaupt verweise ich auf die ausführlichen Mittheilungen von *Beale*.

Die Galle ist normal ganz flüssig und führt nur zufällig cylindrische Epithelialzellen aus den gröberen Gallengängen als Beimengung. Leberzellen habe ich nie in derselben gesehen, und beruht, was Einige von solchen angeben, entweder auf einer Täuschung oder auf einer Verwechselung mit den polygonalen Zellen des Epithels der *Ductus interlobulares*. Als nicht normale, aber häufig vorkommende Bestandtheile sind zu nennen Fetttropfen, Gallenfarbstoff in Form von Körnern oder körnigen Massen, die wie in den Leberzellen, so auch in der Galle selbst unter gewissen Verhältnissen in Menge sich ausscheiden, und diesen sind dann noch als seltenere Vorkommnisse Krystalle von Cholestearin und besonders die von *Virchow* (Mittheil. d. Würzb. phys.

med. Ges. I. S. 311) in der neuesten Zeit gesehenen röthlichen Nadeln von Bilifulvin anzureihen.

§. 165.

Gefässe und Nerven der Leber. Die Leber steht in Bezug auf ihre Blutgefässe einzig in ihrer Art da, indem sie ausser einer Arterie und einer ableitenden Vene auch noch eine zuführende Vene, die Pfortader, besitzt. Während dieses letztere Gefäss recht eigentlich das secernirende Parenchym speist und durch ein in demselben befindliches Capillarnetz in die Lebervenen direct sich fortsetzt, ist die Arterie mehr zur Versorgung der Wände der Gallengänge, der Pfortader selbst, der *Glisson*'schen Kapsel und der serösen Hülle der Leber vorhanden und betheiligt sich nur in untergeordneter Weise an dem Capillarnetz der Leberinselchen. — Die Verästelungen der Pfortader und einiger kleinen Venen der Gallenblase und des Magens namentlich (cf. *Weber Ann. acad. II.* 1845), die für sich in die Leber treten, geschehen im Allgemeinen dichotomisch, doch treten schon von den grössten Aesten und dann auch von den kleineren ausser den Hauptzweigen, in die sie sich spalten, noch eine Menge kleinerer Gefässchen unter rechtem Winkel ab. Die letzteren begeben sich oft gleich, oft nach ganz kurzem Verlauf zu den Leberinselchen, welche die grössten Gefässcanäle begrenzen, während die grösseren Pfortaderäste alle immer mehr sich verästelnd und verfeinernd, je nach ihrem Durchmesser, eine kürzere oder längere Strecke in den von der *Capsula Glissonii* ausgekleideten Gefässcanälen durch das Leberparenchym zu verlaufen haben, bevor sie an die Leberinselchen oder Leberläppchen treten. Jedes derselben erhält von diesen oder jenen Gefässen abstammend wenigstens 3, meist 4 und 5 kleine Gefässchen von $\frac{1}{120}$—$\frac{1}{60}'''$, die *Kiernan Venae interlobulares* nennt, doch versorgt eine solche Vene nie nur ein Leberinselchen, immer zwei oder selbst drei. Ihre letzten Aestchen, *Rami lobulares, Kiernan*, dringen zu 10, 15—20 meist unter rechtem Winkel in die benachbarten Leberinselchen ein und lösen sich gleich in das Capillarnetz derselben auf, ohne beim Menschen direct mit einander in Verbindung zu stehen, wie denn auch sonst Anastomosen der einzelnen Pfortaderäste nirgends sich finden und deren Verzweigungen nur durch das feinste Gefässnetz des Organs verbunden sind.

Das Capillarnetz der Leberinselchen (Fig. 237) füllt die Zwischenräume des Leberzellennetzes vollkommen aus, so dass das secernirende Leberparenchym wirklich nur aus zwei Elementen, den Leberzellen und den Blutcapillaren besteht. Wie das Leberzellennetz durch die ganze Leber eins ist, wohl aber durch die regelmässig von Stelle zu Stelle abtretenden Gallengänge und zutretenden Gefässe in einzelne kleinste Regionen getheilt wird, so auch das Capillarnetz der Blutgefässe, das von einem Leberinselchen aufs andere übergeht, aber doch auch an gewissen Orten Unterbrechungen zeigt. Die Weite der Capillaren ist im Allgemeinen etwas geringer als die des Leberzellennetzes, jedoch verhältnissmässig bedeutend, beim Menschen von 0,004—0,0055''' im Mittel, 0,002—0,01''' in den Extremen, und zwar sind die weiteren Gefässchen vorzüglich in der Nähe der ein- und austretenden Venen der Leberinselchen, die engsten in der Mitte zwischen beiden und nach *Beale* an

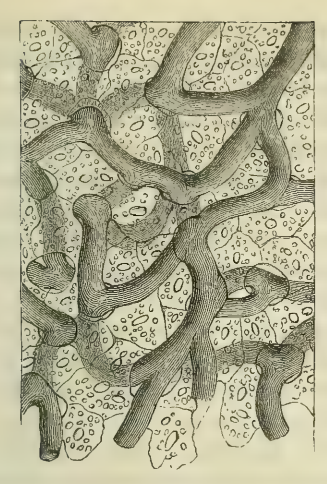
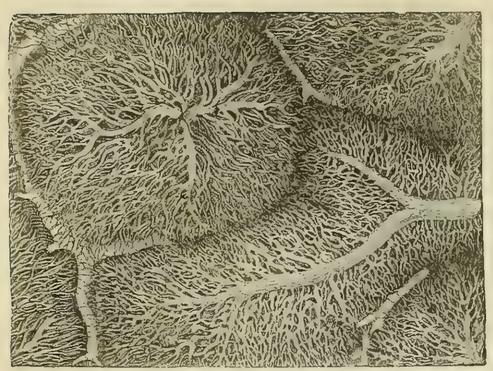


Fig. 237.

den Enden der *Arteriae interlobulares* gelegen. Die Maschen des Netzes entsprechen natürlich der Form des Leberzellennetzes und sind daher in den inneren Theilen der Leberinselchen mehr langgestreckt, in den äusseren mehr rundlich, während ihre Breite derjenigen der Balken der Leberzellen gleichkömmt und 0,006—0,02''' beträgt.

Die Lebervenen gleichen im Wesentlichen der Pfortader, in so fern als sie keine Klappen haben, baumförmig unter spitzen Winkeln sich verästeln, nicht anastomosiren, und mit den grösseren Aesten noch eine Menge kleiner Gefässe aufnehmen, dagegen liegen diese Gefässe für sich allein in besonderen Canälen der Lebersubstanz fest mit ihr verbunden, weshalb sie auch durchschnitten nicht zusammenfallen und ermangeln wenigstens in den feineren Verästelungen einer äussern bindegewebigen Hülle, die auch an den grössten Stämmen nur ganz unentwickelt ist. Ganz verschieden von dem, was die *Venae portae* zeigt, ist aber das Verhalten der letzten Aestchen der Lebervenen, die *Kiernan Venae intralobulares, Krukenberg Venae centrales lobulorum* nennt. Diese Venen, von 0,012—0,03''' beim Menschen, studirt man am besten zuerst bei einem Geschöpf, dessen Leber in isolirte Läppchen zerfällt, wie beim Schwein, nach dem auch *Kiernan* seine zum Theil etwas schematischen Figuren entworfen hat. Oeffnet man hier einen kleinen Zweig der Lebervene, so sieht man durch die Wände des Gefässes polygonale Felder als Umrisse der gegen die Vene gekehrten Begrenzungsflächen der Läppchen sehr deutlich (Fig. 237). Eine aus der Mitte einer jeden dieser Flächen, die *Kiernan* Bases der Läppchen nennt, heraustretende kleine Vene mündet direct in das grössere Gefäss ein und führt, auf der entgegengesetzten Seite verfolgt, bis ins Innere eines Läppchens, woselbst sie aus dem Capillarnetze desselben entspringt, nie und nimmer aber weiter zu einem zweiten oder dritten Läppchen tritt. So kommt aus jedem Läppchen immer nur Eine Vene heraus, die deshalb auch *V. intralobularis* heissen kann. Die Gefässe, in welche diese Venen direct einmünden, nennt *Kiernan Sublobulares*, weil sie an den Basalflächen der Läppchen verlaufen. Dieselben sind bald grösser, beim Schwein bis zu 1 und 2''' und liegen dann in Canälen, welche rings herum von den Grundflächen einer gewissen Anzahl von Läppchen begrenzt werden, bald feiner und sehr fein bis $\frac{1}{30}$''' und ziehen dann nur zwischen den Läppchen durch. Die *Venae sublobulares* setzen grössere Venen zusammen, welche nur wenige oder keine *Venae intralobulares* mehr direct aufnehmen und daher auch nur zum Theil oder gar nicht von den Grundflächen der Läppchen, sondern von den

Fig. 237. Leberzellennetz und Capillaren desselben, 350mal vergr. Vom Schwein. An einigen Stellen sind mit Fleiss Lücken gelassen zwischen den Zellen und Capillaren, die *in natura* nicht existiren.


Fig. 238.

Seitenflächen oder Spitzenflächen derselben (Capsularflächen, *Kiernan*) begrenzt werden. Solche Venen nehmen, wenn sie kleiner sind, noch *Venae sublobulares* aus den sie direct begrenzenden Läppchengruppen auf, oder endlich nur grössere Venen, die sich wie sie verhalten.

Das Verhalten der *Venae intralobulares* ist sehr einfach. Eine jede derselben dringt geraden Weges in der Axe eines Leberinselchens oder Läppchens ein, spaltet sich etwa in der Mitte in zwei oder drei Hauptäste, die häufig noch einmal sich theilen. Die Capillaren münden nicht bloss in die Enden dieser Venen, sondern auch in ihre Stämmchen während des ganzen Verlaufs derselben ein, ja es sollen, nach *Theile*, Capillaren auch noch in die Anfänge der *Venae sublobulares* sich öffnen. An allen Läppchen oder Inselchen, deren Spitzenfläche entweder an der Oberfläche der Leber oder gegen einen grösseren Gefässstamm zugewendet liegt, erstrecken sich die Intralobularvenen bis nahe an die Enden derselben, während sie an den andern mehr in der Mitte bleiben, so dass sie überall um etwa den halben Durchmesser der Läppchen von den nächsten Interlobularvenen der *V. portae* abstehen.

Die Leberarterie begleitet grösstentheils die Pfortader und die Gallencanäle, liegt neben den letzteren innerhalb der *Glisson*'schen Kapsel, und verhält sich in ihrer Hauptverästelung gerade wie die Pfortader. Ihre Endausbreitung findet dieselbe an den Gefässen und Gallengängen, so wie in der *Glisson*'schen Kapsel, in dem fibrösen und serösen Ueberzug der Leber und in den Leberinselchen und je nach dem unterscheidet man *Rami vasculares, capsulares* und *lobulares*.

1) *Rami vasculares.* Während ihrer Verästelung neben der Pfortader gibt die Leberarterie eine Menge kleiner Zweige, meist rechtwinklig ab, die in dem *Glisson*'schen Umhüllungsgewebe einen Plexus bilden, aus den zum Theil noch *Rami lobulares* für die Seite der Pfortadercanäle entstehen, die den Stämmen der Arterie abgewendet sind, zum Theil viele Zweigelchen für die Wände der Pfortader, die grösseren Aeste der Arterie selbst, die Lebervenen, die *Glisson*'sche Kapsel und die Gallencanäle ihren Ursprung nehmen. Besonders ausgezeichnet ist diese Gefässausbreitung in den letzteren Canälen, so dass dieselben nach einer geglückten Einspritzung fast so roth wie die Arterien aussehen. Aus einem mässig weiten Capillarnetz,

Fig. 238. Segment einer sehr gelungenen Injection der Lebervenen des Kaninchens, 35mal vergr. Die eine *Vena intralobularis* ist in ihrem ganzen Verlaufe sichtbar, die andere nur in ihren Wurzeln. Die Capillaren der Läppchen fliessen zum Theil zusammen, ebenso an einem Ort, zwei Venenwurzeln. Nach einem Präparat von *Harting*.

das in allen den genannten Theilen, auch um die Gallengangdrüsen, sich entwickelt, sammeln sich die *Venae vasculares*, die, wie *Ferrein* entdeckte und die Späteren von *Kiernan* an bestätigten, nicht in Lebervenen, sondern in kleine Pfortaderzweige, wie sie innerhalb der *Glisson*'schen Kapsel von grösseren abgehen, einmünden und daher als innere oder Leberwurzeln der Pfortader zu betrachten sind. Aus diesem Grunde injicirt sich von der Leberarterie aus die Pfortader zum Theil und umgekehrt und füllen sich bei Injection der Leberarterie und Pfortader die fraglichen Gefässnetze von beiden Seiten her, wogegen es nicht gelingt, von den Lebervenen aus direct Masse in sie einzubringen. Nach *Beale* liegen in den weiteren Pfortadercanälen der Leber vielfach anastomosirende *Venae vasculares* immer zu zweie neben den Arterien und in ähnlicher Weise verhalten sich nach diesem Autor auch die Venen der Gallenblase und der *Fossa transversa hepatis*.

2) *Rami capsulares*. Abgesehen von einigen schon vor dem Eintritte der Arterie in die Leber zur *Fossa ductus venosi*, zum *Lig. teres* und *suspensorium* verlaufenden Aestchen, sind alle Arterienzweige der Leberhüllen Endausläufer gewisser der durch die Leber sich verbreitenden Arterien, die an verschiedenen Orten der Oberfläche zwischen den Leberinselchen zu Tage treten. An ihren Austrittstellen und z. Th. schon vorher zerfallen diese, beim Erwachsenen $^1/_{30}$—$^1/_{20}$''' (*Theile*), beim Kind bis $^1/_5$''' messenden Gefässe sternförmig in 3—5 untergeordnete Aeste, verlaufen meist ausgezeichnet korkzieherartig gewunden und vielfach anastomosirend weiter und überziehen so die ganze Leberoberfläche bis an die grossen Venenstämme (*Venae hepaticae, Vena portae, Cava inferior*) und die Lebergruben und Ränder überhaupt mit einem zierlichen Arteriennetze. Schliesslich bilden diese Arterien überall einen grossmaschigen Plexus von Capillaren und führen, wenigstens an vielen Orten, ob überall, weiss ich nicht, in Venen über, die an ihren Stämmen zurück verlaufen, in die Leber eindringen und in Pfortaderäste einmünden. Mithin gäbe es auch *Venae advehentes capsulares* oder Pfortaderwurzeln von dieser Seite her. Die Arterien und Venen der Leberhülle stehen einerseits an ihren Endpunkten in Verbindung mit Ausläufern der *Vasa mammaria interna, phrenica, cystica*, selbst der *suprarenalia* und *renalia dextra (Theile)*, und hängen andrerseits in den Lebergruben auch mit denen der *Glisson*'schen Kapsel, der Hohlvene und Lebervenen zusammen.

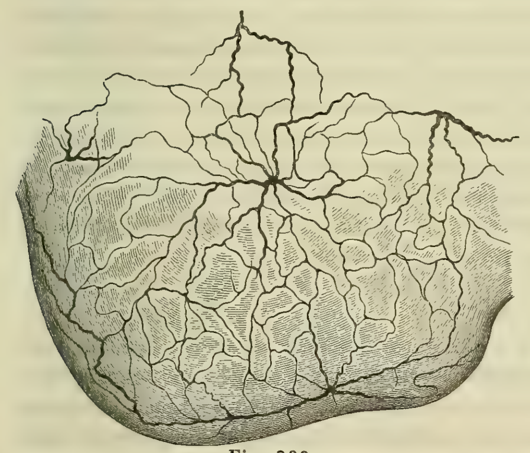


Fig. 239.

Fig. 239. Arteriennetz eines Theiles der convexen Oberfläche einer kindlichen Leber in natürlicher Grösse.

3) *Rami lobulares.* Mit jeder *Vena interlobularis* der *Vena portae* verläuft ein Aestchen der *Art. hepatica* von höchstens $^1/_{130}{}'''$ *(Theile)*, das zwischen den Leberinselchen, beim Schwein in den Kapseln der Läppchen, in feine anastomosirende Zweigelchen sich spaltet und direct mit dem peripherischen Theil des Capillarnetzes der Leberinselchen oder Läppchen, das, wie oben auseinandergesetzt wurde, von der Pfortader gebildet wird, zusammenhängt. Mithin betheiligt sich auch arterielles Blut, wenn schon in geringer Menge an der Gallenbereitung, und ist die Leberarterie auch darin von den Bronchialarterien verschieden, deren Blut durch besondere Venen abgeführt wird.

Die Lymphgefässe der Leber sind sehr zahlreich und zerfallen in oberflächliche Netze unter der *Serosa* und tiefe Gefässe, die die Pfortader und bei Thieren wenigstens auch die Lebervenen begleiten. Beiderlei Gefässe stehen im Zusammenhang und führen zum Theil durch das Zwerchfell in die Brusthöhle, zum Theil zu kleinen Lymphdrüsen in der *Porta hepatis* und zu den Eingeweideplexus. Auch die Saugadern der Gallenblase sind äusserst zahlreich.

Die Nerven der Leber sind verhältnissmässig sehr zahlreich, stammen vom *Sympathicus* und einem kleineren Theile nach vom *Vagus*, und breiten sich vorzüglich mit der *Arteria hepatica* aus, die sie mit engeren und weiteren ganglienlosen Netzen umstricken. Dieselben enthalten neben vielen feinen Röhren und *Remak*'schen Fasern immer einzelne dicke Fasern und lassen sich verfolgen 1) in die Gallenblase und zu den grossen Gallengängen, 2) in der *Glisson*'schen Kapsel bis zu den *Arteriae interlobulares*, wo die feinsten Zweigchen von 0,008—0,012''' nur noch kernhaltige Fasern führen, 3) zu den Lebervenen, 4) endlich in die Hüllen des Organes.

§. 166.

Die Entwickelung der Leber kann nach den neuesten Erfahrungen von *Bischoff* und *Remak* namentlich am besten folgendermaassen aufgefasst werden. Die ursprüngliche, bekanntlich sehr früh (beim Hühnchen um die 55. und 58. Stunde, bei Säugern nach den *Wolff*'schen Körpern und der Allantois) auftretende Leberanlage besteht aus zwei Zellenmassen, einer äusseren aus der Faserhaut des Darmes hervorgegangenen und einer epithelialen inneren, die einen zuerst einfachen und dann gabelig getheilten Schlauch bilden. Von der epithelialen Schicht aus, die wie beim Darm anfänglich aus runden, vielleicht mehrschichtigen Zellen besteht, bilden sich dann durch Zellenvermehrung solide Auswüchse nach aussen in die äussere Schicht hinein, die Lebercylinder *Remak's*, die durch weitere Wucherung sich verästeln und anastomosiren, während zugleich die von den Maschen dieses Netzes eingeschlossenen Zellen der äusseren Schicht ebenfalls sich vermehren und successive zu Gefässen, Nerven, Bindegewebe u. s. w. sich umbilden. Die Schwierigkeit ist nun zu sagen, wie aus diesem eigenthümlichen netzförmigen Parenchym von Zellen und Gefässanlagen, die späteren Verhältnisse sich gestalten. Was erstens die Leberzellennetze und Läppchen oder

Inselchen der fertigen Leber betrifft, so gehen dieselben offenbar durch Weiterwuchern der ursprünglichen Lebercylindernetze hervor, welche durch fortgesetzte Zellenvermehrung immer neue Sprossen treiben, und immer wieder mit denselben netzförmig zusammenfliessen, so dass mithin das Leberzellennetz der fertigen Leber der directe Abkömmling des ursprünglichen Netzes ist. Ueber die Einzelnheiten der Bildung der Leberzellennetze fehlen noch detaillirtere Angaben, doch scheint dieselbe nach allem in etwas verschiedener Weise zu Stande kommen zu können. In den einen Fällen scheinen in späteren Zeiten keine ausgedehnteren freien cylindrischen Ausläufer des Leberzellennetzes sich zu finden, so dass das Netz immer durch sofortigen Ansatz neuer Maschen an den Rändern, vielleicht auch durch immerwährende Verlängerung der schon vorhandenen Leberzellenbalken und immer neue Anastomosenbildung zwischen denselben wächst und dies ist, wenn ich recht gesehen habe, beim Menschen der Fall, wo es mir selbst in der 7. Woche nicht gelang, deutliche freie Lebercylinder zu sehen; andere Male scheinen freie Lebercylinderenden noch lange Zeit hindurch vielleicht bis nahe zur Vollendung des gesammten Wachsthumes aufzutreten und ihre Bildung derjenigen neuer Anastomosen zwischen denselben um ein Geraumes voranzugehen, wie es beim Hühnchen und bei Vögeln und nach *J. Müller* auch bei einigen Säugethieren der Fall ist, bei welchen letzteren auch nach *Müller's* Abbildungen die Lebercylinder läppchenförmig gruppirt sind. Diese freien Lebercylinder der Leberoberfläche geben vielleicht auch einen Anhaltspunkt für die Deutung der Mittheilungen von *E. H. Weber* und *Krause* über schlauchförmige Enden von Gallencanälchen an der Leberoberfläche. — Die Gallengänge betreffend, so sind dieselben sicherlich nichts als secundäre Aushöhlungen eines Theiles der anfangs soliden Lebercylinder und der grössern innern, an die ursprüngliche Epithelialausstülpung grenzenden Stränge, die alle aus mehrfachen Zellenreihen bestehen, welche Aushöhlung von dem gemeinschaftlichen Gallengange aus nach den Aesten fortschreitet und nicht anders als bei den andern Drüsen zu denken ist, d. h. entweder durch Auflösung der innern, die betreffenden Anlagen bildenden Zellen oder durch Ausscheidung einer Flüssigkeit zwischen dieselben und so bewirkte Bildung eines Hohlraumes. Bei dieser Auffassung ist nur das bedenklich, dass nach *Remak* alle Lebercylinder, auch die grössten, Anastomosen bilden, während bekanntlich die Gallengänge, ohne unter einander zu anastomosiren, sich verästeln. Hier bleibt nichts anderes übrig als anzunehmen, dass die Anastomosen der anfänglichen grössten Lebercylinder im Laufe der Entwickelung nicht auch mit fortschreiten, sondern resorbirt werden, eine Annahme, die in manchen Erscheinungen der fötalen Entwickelung ihr Analogon finden kann. Nur beim Menschen möchte hiervon eine Ausnahme sein, denn mir scheint, dass die von *E. H. Weber* beschriebenen oben besprochenen Anastomosen des rechten und linken Leberganges in der *Fossa hepatis* durch die Beobachtungen *Remak's* eine vollkommen genügende Erklärung finden und nichts als die zu etwelcher, wenn auch nicht erheblicher Entwickelung gekommenen embryonalen Anastomosen der Anlagen dieser Canäle sind. — Die Entstehung der Faserhäute der Gallengänge begreift sich leicht, wenn man bedenkt, wie die

Lebercylindernetze und die fibröse Lage der Leber ineinandergreifen, so dass leicht aus den, den grösseren Lebercylindern zunächst gelegenen Elementen der letzteren Bindegewebslagen u. s. w. sich bilden können; ebenso ist auch die Weiterbildung der Gefässe, Nerven u. s. w. ohne Schwierigkeit und nicht anders als in andern Organen zu denken. — Die Gallenblase ist nach *Remak* beim Hühnchen eine anfangs solide Wucherung des einen Leberganges, die später hohl wird und sich rasch vergrössert. Die Falten der Schleimhaut derselben sah ich beim Menschen schon im 5. Monate.

Die Untersuchung der Leber wird am besten zuerst beim Schweine vorgenommen, bei welchem Thiere die deutliche Sonderung der Läppchen die Auffassung der Beziehungen des secernirenden Parenchyms zu den Gefässen und Lebergängen ungemein erleichtert. Die Leberzellen isoliren sich bei allen Geschöpfen mit der grössten Leichtigkeit einzeln und in Reihen oder in Bruchstücken der Netze, um dagegen ihre Gesammtanordnung richtig aufzufassen, gibt es kein besseres Mittel, als aus einer frischen Leber mit dem Doppelmesser feine Segmente auszuschneiden, was durch aus freier Hand mit einem Rasirmesser gemachte Schnitte, selbst wenn die Leber vorher in Alkohol, Holzessig, Chromsäure etc. erhärtet wurde, auch nicht im Entferntesten ersetzt werden kann. Damit soll jedoch nicht gesagt sein, dass man die Leberzellennetze an solchen Präparaten nicht sieht, denn man nimmt dieselben selbst an undurchsichtigen Leberstücken bei auffallendem Lichte wahr, nur dass dieselben keine ganze vollständige Einsicht gewähren. Die feinsten Gallengänge sind nicht leicht zu finden, doch wird man bei Segmenten, die durch mehrere Läppchen gehen, bei sorgfältigem Suchen fast in jedem Präparate am Rande der Läppchen einzelne Bruchstücke derselben, die an ihren kleinen polygonalen Zellen leicht kenntlich werden, wahrnehmen, ihre Verbindung mit dem Leberzellennetz ist nur an sorgfältigen Injectionen zu sehen und empfiehlt sich nach *Beale* wässeriger Weingeist mit frisch gefälltem Berlinerblau gefärbt, nachdem die Leber vorher durch Einspritzen von Wasser in die Blutgefässe von Blut und Galle befreit worden ist. Die gröberen Gallenwege machen keine Schwierigkeiten. Die Drüsen derselben sieht man zum Theil mit blossem Auge, zum Theil durch *Natron causticum* leicht, und die *Weber*'schen Anastomosen der zwei Lebergänge in der *Fossa transversa* bei guten Injectionen. Die *Vasa aberrantia* im *Lig. triang. sinistrum* und an andern Orten nimmt man auch ohne Injection bei Essigsäure oder Natronzusatz wahr. — Nerven und Lymphgefässe der Leber sind, die feinsten Theile derselben ausgenommen, auch beim Menschen leicht zu sehen. Die Blutgefässe erfordern gute Injectionen, für die ich beim Menschen vor allem kindliche Lebern empfehle, an denen namentlich die Ausbreitungen der *Art. hepatica* in der serösen Hülle, an den Gefässen u. s. w. prächtig werden. Das Capillarnetz der Läppchen injicirt sich mit feiner Masse leicht, auch sind eine Reihe vortrefflicher Injectionen von verschiedenen Meistern im Injiciren allgemein verbreitet.

Literatur der Leber. *F. Kiernan, The anatomy and physiology of the liver* in *Phil. transact.* 1833; *E. H. Weber, Annotat. anat. et physiol. Prol. VI, VII et VIII. Lips.* 1841 u. 1842, und *Programmata collecta Fasc. II. Lips.* 1851; dann in *Müll.* Arch. 1843, S. 318, und Berichte der K. Sächs. Ges. d. Wissensch. zu Leipzig, 1850, S. 151; *A. Krukenberg*, Untersuchungen über den feineren Bau der menschlichen Leber, in *Müller's* Archiv 1843; *J. Müller* in seinem grossen Drüsenwerk, in der Physiologie und in seinem Archiv 1843, S. 338; *Theile*, Art.: Leber, in *R. Wagner's* Handw. der Phys. II, S. 308, 1844; *C. L. J. Backer, De structura subtiliori hepatis sani et morbosi. Diss. inaug. Trajecti ad Rhenum* 1845; *Natalis Guillot, Sur la structure du foie des animaux vertébrés Ann. d. sc. nat.* 1848, *p.* 129; *A. Retzius*, Ueber den Bau der Leber, in *Müll.* Arch. 1849, II, p. 154; *C. Wedl*, Ueber die traubenförmigen Gallengangdrüsen, in Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1850, Dec. p. 480 *c. Tab.*; *N. Weja*, Beiträge zur feineren Anatomie der Leber, in *Müll.* Arch. 1851, S. 79; *Léreboullet, Sur la structure intime du foie. Paris* 1853, auch in *Compt. rend.* 1852, *Jan.*; *A. Cramer, Bijdr. t. d. fijn. struct. d. lever*, in *Tijdschr. d.*

nederl. maatsch. 1853, *Febr.*; *Gerlach*, in *Ecker Icones. Tab. VII*; *Reichert*, im Jahresb. von 1855, p. 77; *Remak*, Unters. z. Entw. p. 118; *Rainey*, *On the capillaries of the liver*, in *Microsc. Journ. I, p.* 231; *Kölliker*, Vorkommen e. phys. Fettleber bei saugenden Thieren, in Würzb. Verh. VII; *L. S. Beale*, *Lect. on the min. anat. of the liver*, in *Med. Tim. and Gaz.* 1856, Nr. 299, 302, 303, 306; dann in *Philos. Trans. Vol.* 146, *I, p.* 375; *On some points of the anat. of the liver*, *London* 1856, *Churchill*, und *Archives of Medicine*, *London* 1857, *I, p.* 21—34; *Virchow*, Ueber das Epithel der Gallenblase und e. intermediären Stoffwechsel des Fettes in s. Arch. XI, p. 574; *Bergmann*, in Gött. Anz. 1857, Nr. 101, 102; *Nuhn*, Ueber d. Bildung d. Galle, in Heidelb. Verh. II, p. 39; *E. v. Bibra*, Chemische Fragmente über die Leber u. die Galle, Braunschweig 1849. Die feinere vergleichende Anatomie der Leber ist abgehandelt von *H. Karsten*, *Disq. microsc. et chem. hepatis et bilis crustaceorum et molluscorum*, in *Nova Acta N. Cur. Vol. XXI, I, S.* 295; *T. F. G Schlemm*, *De hepate et bile crustaceorum et molluscorum quorundam. Diss. Berol.* 1844; *Williams* in *Guy's hosp. rep.* 1846; *H. Meckel*, Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Thiere, in *Müll.* Arch. 1846, p. 1; *Fr. Will*, Ueber die Absonderung der Galle, Erlangen 1849; *H. Jones*, in *Phil. Transact.* 1846 u. 1849.

VI. Von der Bauchspeicheldrüse.

§. 167.

Die Bauchspeicheldrüse, *Pancreas*, ist eine zusammengesetzt traubenförmige Drüse, die mit den Speicheldrüsen so sehr übereinstimmt, dass eine kurze Auseinandersetzung ihrer Verhältnisse genügt. Wie bei allen solchen Drüsen unterscheidet man grössere, kleinere und kleinste Läppchen sehr deutlich, und findet die letzten aus mikroskopischen Drüsenbläschen zusammengesetzt, die hier durch ihre mässige Grösse von 0,02—0,04‴ und meist rundliche Gestalt sich characterisiren. Dieselben haben wie überall eine *Membrana propria* und ein Pflasterepithel, dessen Zellen ausser einer durch Essigsäure fällbaren und im Ueberschuss sich wieder auflösenden Substanz, die wahrscheinlich identisch ist mit der Proteinsubstanz des *Succus pancreaticus*, sehr häufig durch eine Menge von Fettkörnchen sich auszeichnen, so dass die Drüsenbläschen ganz dunkel und wie mit Zellen ganz gefüllt erscheinen. Die Ausführungsgänge, die wie anderwärts mit den Drüsenbläschen verbunden sind und zu grösseren Canälen und schliesslich zum *Ductus Wirsungianus* sich vereinen, sind weisslich und eher dünnwandig. Dieselben bestehen nur aus Bindegewebe und elastischen Fäserchen und besitzen alle ein Epithel von kleineren cylindrischen Zellen, die eine Länge von 0,006—0,008‴, eine Breite von 0,002‴ kaum überschreiten. In den Wänden des *Ductus Wirsungianus* und seiner grösseren Nebenäste sitzen kleine traubige Drüschen von 0,06—0,08‴, mit Bläschen von 0,016—0,02‴ und einem mehr fettarmen Epithel in bedeutender Zahl, die nichts als Schleimdrüsen sind, analog den Gallengangdrüsen. Nach *Verneuil* mündet der Canal aus dem Kopfe des *Pancreas* nicht nur in den Hauptgang, sondern an seinem andern Ende über oder unter dem grössern Gange, verschmälert, als *D. pancr. azygos (Verneuil)* für sich in den Darm *(Beau et Bonamy IV. pl. 34)*. Das *Pancreas* besitzt das gewöhnliche Drüsenumhüllungsgewebe mit Fettzellen in verschiedener Zahl, in dem die Gefässe und Nerven der Drüse sich ausbrei-

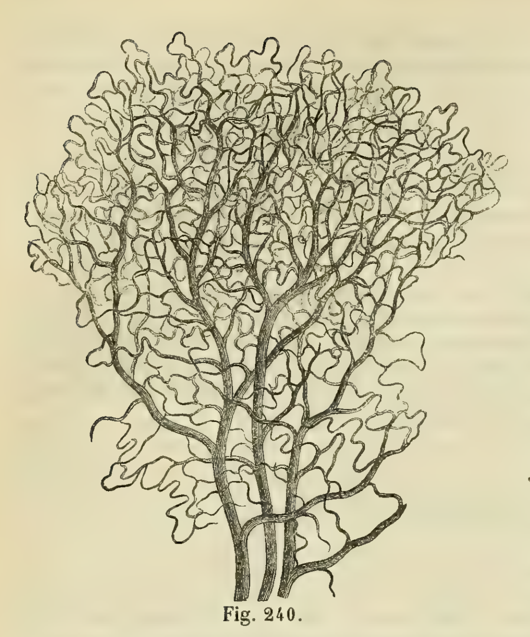


Fig. 240.

ten. Die ersteren verhalten sich genau wie bei der *Parotis*, nur dass die Lymphgefässe zahlreicher erscheinen, und was die letzteren anlangt, so begleiten dieselben, wie es scheint, nur die Gefässe, stammen vom *Sympathicus* und führen feine und einzelne mitteldicke Fasern. — Das Secret des *Pancreas* ist normal vollkommen flüssig und enthält nur zufällig beigemengte Bestandtheile wie abgelöstes Epithel der Drüsenbläschen und der Gänge. — Die Entwickelung des *Pancreas* beginnt mit einer Ausstülpung von der hintern Wand des *Duodenum* und schreitet des Weiteren wie bei den Speicheldrüsen fort, nur dass die Drüsenanlage von Anfang an eine mehr compacte Masse bildet und daher in ihren einzelnen Theilen nicht so gut zu überschauen ist.

Die Untersuchung des *Pancreas* bietet keine Schwierigkeiten dar, nur stört beim Menschen das Fett in den Epithelzellen der Drüsenbläschen oft und muss man daher auch das *Pancreas* von Säugethieren (Kaninchen, Maus), das meist weniger Fett enthält, zu Hülfe nehmen. Die Drüschen an den Gängen sieht man mit Essigsäure am besten.

Literatur. *A. Verneuil*, *Mém. s. l'anat. du pancréas*, in *Gaz. méd.* 1851. *Nr.* 25 u. 26; *Bernard*, *Mém. sur le pancréas*, *Paris* 1856.

VII. Von der Milz.

§. 168.

Die Milz, *Splen s. Lien*, ist eine sogenannte Blutgefässdrüse, die in einer gewissen Beziehung zur Erneuerung des Blutes und wahrscheinlich auch zur Gallenabsonderung steht. Bezüglich auf den Bau, besteht dieselbe aus einer fibrösen und serösen Hülle und einem weichen Parenchym, das vorzüglich aus netzförmig verflochtenen festen Balken, den Milzbalken und einer von denselben umschlossenen rothen Substanz, der Milzpulpe, zusammengesetzt ist. In der letzteren sind ausserdem noch viele besondere weissliche Körperchen, die Milzkörperchen, enthalten, und in dem ganzen Innern verbreiten sich viele Gefässe und eine gewisse Zahl von Nerven.

Fig. 240. Gefässe des Pancreas des Kaninchens. Vergr. 45.

§. 169.

Hüllen und Balkengewebe. Die Peritonealhülle überzieht die ganze Oberfläche der Milz mit Ausnahme des *Hilus*, wo sie, die Milzgefässe und Nerven einschliessend, als *Ligamentum gastro-lineale* zum Magengrunde sich fortsetzt, und des obern Endes, von dem sie als *Lig. phrenico-lineale* sich abhebt und hängt beim Menschen, nicht aber bei Wiederkäuern, so fest mit der Faserhülle zusammen, dass sie nur in Fetzen von dem Organe sich abziehen lässt.

Die Faserhülle *(Tunica fibrosa, albuginea s. propria)* umhüllt als eine mässig dünne und halbdurchsichtige, aber doch recht feste Haut die Oberfläche der Milz vollständig und geht am Hilus auch ins Innere, um die Milzgefässe in Form besonderer Scheiden, *Vaginae vasorum*, ähnlich der *Glisson*'schen Kapsel, bis zu den feineren Ramificationen zu begleiten. Beim Menschen besteht dieselbe aus gewöhnlichem Bindegewebe mit vielen Netzen elastischer Fasern, während meinen Untersuchungen zu Folge bei gewissen Thieren, wie beim Hund, dem Schwein, Esel, der Katze, nach *Stinstra* auch beim Schaf (nicht beim Kaninchen, Pferd, Ochsen, Igel, Meerschweinchen und der Fledermaus) auch glatte Muskeln in ziemlicher Zahl in derselben sich finden.

Die Milzbalken, *Trabeculae lienis*, sind weisse, glänzende, abgeplattete oder cylindrische Fasern von einem mittleren Durchmesser von $\frac{1}{10}-\frac{2}{3}'''$, die in grosser Zahl von der innern Fläche der Faserhülle und in geringerer auch von der Aussenfläche der Gefässscheiden entspringen und mit ähnlichen Balken im Innern der Milz so sich vereinen, dass ein durch das ganze Organ sich erstreckendes Netzwerk entsteht. Die Maschenräume, die dasselbe umschliesst, hängen alle miteinander zusammen, enthalten die rothe Milzsubstanz und die Milzkörperchen und sind, obschon keiner dem andern gleich, doch in Form und Grösse bis zu einem gewissen Punkte einander ähnlich. Die ältern Anatomen betrachteten dieselben als regelmässige, von einer Membran ausgekleidete Cavitäten, analog denen der *Corpora cavernosa* des *Penis*, mit denen sie allerdings in der Anordnung der sie begrenzenden Balken sehr übereinstimmen, allein etwas der Art existirt nicht, wie am besten an Milzsegmenten, deren Pulpa durch Auswaschen entfernt wurde, nachzuweisen ist. Ein solches Präparat gibt auch das beste Mittel an die Hand, das Verhalten und die Verbindung der Balken zu studiren, und man sieht leicht, dass dieselben, obschon von sehr verschiedenen Durchmessern, doch nicht nach Art von Ge-



Fig. 241.

Fig. 241. Querschnitt durch die Mitte der Ochsenmilz ausgewaschen, um die Milzbalken und ihre Anordnung zu zeigen. Natürliche Grösse.

fässen sich verästeln, vielmehr ganz unregelmässig sich verbinden. Wo 4, 5 oder mehr dieser verschieden dicken Balken sich verbinden, findet sich gewöhnlich ein abgeplattetes cylindrisches Knötchen, ähnlich einem Nervenganglion, und zwar finden sich diese häufiger gegen die äussere Oberfläche des Organes zu, als in den innern Theilen und am *Hilus*, wo schon die grossen Gefässe dem Parenchym eine hinlängliche Stütze gewähren und eine festere Vereinigung der Balken minder nöthig ist. — Der Bau der Balken der menschlichen Milz entspricht vollkommen demjenigen der Faserhülle und bestehen dieselben aus longitudinal verlaufendem Bindegewebe mit feineren elastischen Fasern. Bei Thieren finden sich dagegen, wie ich im Jahr 1846 zeigte, bald in allen Balken (Schwein, Hund, Katze), bald (Ochs) nur in den kleinern derselben auch glatte longitudinale Muskeln, die keineswegs nur Muskeln der Gefässwände sind, wie *Hlasek* und *Crisp* meinen, über deren Verbreitung das Nähere in m. Mikr. Anat. II. 2. p. 256 nachzusehen ist.

§. 170.

Malpighi'sche Körperchen. Die Milzkörperchen, *Malpighi*'schen Körperchen oder Milzbläschen (*Corpuscula Malpighii, vesiculae sive glandulae lienis)* sind weisse rundliche Körperchen, die in die rothe Milzsubstanz eingebettet und mit den kleinsten Arterien verbunden sind, jedoch nur in ganz frischen und gesunden Individuen constant schön zur Anschauung kommen, nicht oder selten in solchen, welche an Krankheiten oder langer Abstinenz sterben. Daher erklärt sich, dass *v. Hessling* in 960 von ihm untersuchten Fällen die Körperchen nur 115mal fand und zwar im 1. und 2. Jahr je bei dem zweiten Individum, vom 2. bis 10. Jahr je beim dritten, vom 10. bis 14. je beim sechszehnten, vom 14. Jahre an endlich je beim zwei und dreissigsten. In Körpern von solchen, die eines plötzlichen Todes verstorben, wie bei Verunglückten, Selbstmördern, Hingerichteten, von welchen letztern ich selbst vier Fälle untersuchte, möchten sie wohl nie fehlen, und eben so auch bei der Mehrzahl von Kindern, und sind dieselben in solchen Fällen eben so zahlreich und deutlich, wie bei Säugethieren. — Die Grösse der Milzkörperchen ist beim Menschen und bei Thieren gewissen Schwankungen unterworfen und wurde bisher meist überschätzt, weil man dieselben nicht gehörig isolirte; sie beträgt $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{3}'''$ im Mittel $\frac{1}{6}'''$. Es ist leicht möglich, dass dieselben von den verschiedenen Zuständen der chylopoeti-

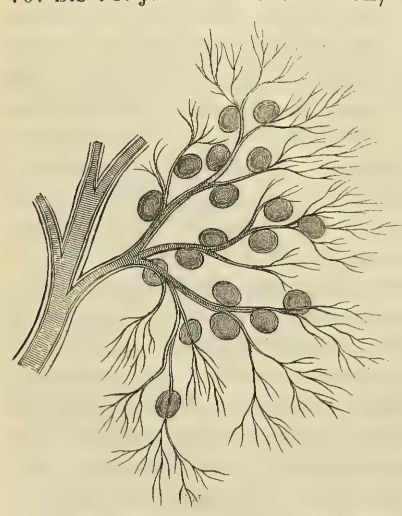


Fig. 242.

Fig. 242. Ein Theil einer kleinen Arterie mit einem von *Malpighi*'schen Körperchen besetzten Aste. Vom Hunde. 10mal vergr.

schen Organe abhängt, so dass die Körperchen nach Aufnahme von Nahrung grösser sind als sonst, doch trifft man sie, wie ich mit *Ecker* angeben kann, häufig auch bei fastenden Thieren ganz prächtig entwickelt und mangeln beim Menschen in dieser Beziehung alle und jede Daten.

Die *Malpighi*'schen Körperchen sind zwar in die rothe Milzsubstanz eingebettet und kaum ganz von ihr zu befreien, jedoch immer an einen Arterienzweig geheftet, in der Weise, dass sie entweder seitlich direct an einem Gefässchen ansitzen, oder in dem Theilungswinkel eines solchen sich befinden, oder endlich wie gestielt erscheinen, in welch' letzterem Falle jedoch der Stiel meist wieder als eine kleine Arterie sich ergibt. Ihre Zahl ist sehr bedeutend und tragen Arterienzweige von 0,02—0,04''' 5 bis 10 Körperchen, so dass sie mit denselben, von der Pulpa befreit, das Bild eines zierlichen Träubchens geben (Fig. 242). Mir scheint, dass die Annahme, dass je 1—1½ Kubiklinie der Milzpulpe ein Körperchen enthalte, eher zu wenig als zu viel sagt.

Mit Bezug auf den feineren Bau, so besteht jedes *Malpighi*'sche Körperchen aus einer besonderen Hülle und einem Inhalt, und ist mithin ein

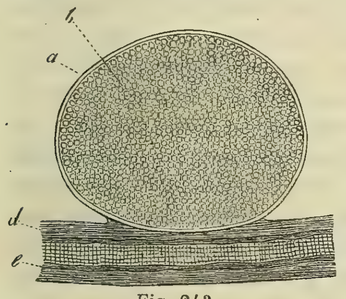


Fig. 243.

Bläschen. Die Membran ist farblos, durchscheinend, 0,001—0,002''' dick und überall von zwei Contouren begrenzt, zwischen denen hie und da noch concentrische Linien erscheinen und hängt innig mit den Scheiden der Gefässe zusammen, mit denen sie auch im Bau insofern übereinkommt, als sie ebenfalls ein mehr homogenes Bindegewebe und elastische Fäserchen enthält, wogegen die glatten Muskeln, die bei manchen Thieren auch (als Längsfasern) in diesen Scheiden sich finden, durchaus fehlen. In ihrem Innern enthalten die *M.* Körperchen kein Epithelium, sondern sind von einer zähflüssigen, grauweissen, zusammenhängenden Masse ganz erfüllt, die aus einer geringen Menge einer klaren,



Fig. 244.

in der Hitze gerinnenden, also eiweisshaltigen Flüssigkeit, von neutraler Reaction und vielen rundlichen kleineren und grösseren (von 0,002—0,006''') meist einkernigen, blassen, durch Wasser granulirt werdenden Zellen und einer verschiedenen Zahl von freien Kernen besteht, welche letzteren jedoch nach meinen neuern Erfahrungen bei sorgfältiger Untersuchung vermisst werden und alle aus zerstörten Zellen stammen. Ausser diesen Zellen, die häufig einzelne Fettkörperchen enthalten und die deutlichsten Beweise abgeben, dass in den *M.* Körperchen ein beständiger Zellenbildungsprocess vor sich geht, finden sich in denselben auch in besonderen Fällen veränderte

Fig. 243. Ein *Malpighi*'sches Körperchen aus der Milz des Ochsen, 150mal vergr. *a.* Wand des Körperchens. *b.* Inhalt. *c* Wand der Arterie, an dem dasselbe sitzt. *d.* Scheide derselben.

Fig. 244 Inhalt eines *Malpighi*'schen Körperchens vom Ochsen, 350mal vergr. *a.* Kleine, *b.* grössere Zellen, *c.* freie Kerne.

oder unveränderte, freie oder in Zellen eingeschlossene Blutkörperchen und wie ich im Jahr 1852 an einer Katzenmilz entdeckte, auch feine Blutgefässe, wie in den *Peyer*'schen Follikeln (s. §. 158), eine Beobachtung, die seither von *Sanders* beim Schwein, von *Gerlach* beim Schaf, von *Leydig* bei Coluber, von mir für den Menschen und von *Sasse* für die Katze bestätigt worden ist.

Die *M.* Körperchen sind ganz geschlossene Blasen und schliessen sich anatomisch ganz an die schon beschriebenen Follikel der *Peyer*'schen und solitären Drüsen und stimmen auch mit denen der Tonsillen und Lymphdrüsen überein, wesshalb sie vorläufig als drüsenartige Follikel bezeichnet werden können. Die Vermuthung vieler älterer und neuerer Autoren, dass dieselben mit Lymphgefässen zusammenhängen, obschon wahrscheinlich, ist immer noch nicht bewiesen. *Gerlach* glaubte früher, dass dieselben erweiterte Anfänge der Lymphgefässe seien, hat nun aber, seit ich die Blutgefässe im Innern derselben aufgefunden, diese Ansicht aufgegeben, und die Körperchen für Lymphdrüsen erklärt. Solche Deutungen hätten allen Anspruch auf Geltung, wenn die Beziehung der Körperchen zu den Lymphgefässen nachgewiesen wäre, allein dies ist, wie ich immer noch behaupten muss, nicht mit der nöthigen Bestimmtheit geschehen, indem auch *Gerlach's* neueste Beschreibung (ebenso wie früher die von *Evans*, *Schaffner* u. A.) der von den Körperchen abgehenden Lymphgefässe (Hndb. 2. Aufl. p. 244), und Injectionen nicht das nöthige Vertrauen erwecken. Auch ich bin geneigt, die *Malpighi*'schen Körperchen den Lymphdrüsen an die Seite zu stellen, doch muss ich mit Bezug auf diese Frage wie bei den *Peyer*'schen Follikeln sagen, dass von einer vollkommenen Identität keine Rede seinkann, indem die *M.* K. auf keinen Fall zuführende Lymphgefässe haben. Sollten ten jedoch in denselben eingeschlossene oder von ihrer Oberfläche abtretende Lymphgefässe wirklich gefunden werden, so würde ich dieselben für eine besondere Art einfacher terminaler Lymphdrüsen erklären, welche, wie die zusammengesetzten im Laufe der Lymphgefässe vorkommenden Drüsen als Bildungsstätten farbloser Blutkörperchen dienen. — *Leydig's* auf vergleichend anatomische Daten gestützte Vermuthung, dass die Milzblutgefässe von Lymphgefässen umgeben seien, und dass die *M.* K. nur Erweiterungen dieser seien, kann für höhere Thiere sicherlich keine Anwendung finden, da bei diesen die Körperchen gegen die sie tragenden Arterien ganz geschlossen sind und an diesen keine Spur von umhüllenden Lymphcanälen zu sehen ist.

Malpighi'sche Körperchen sind bei allen bisher untersuchten Säugethieren aufgefunden worden, und kommen auch den Vögeln zu. Unter den beschuppten Amphibien sah sie *J. Müller* bei einer Chelonia, ich bei der Blindschleiche, wo die Körperchen von einem äusserst zierlichen Netz von Capillaren umgeben waren. Bei Fröschen und Kröten will sie *Oesterlen* hie und da gesehen haben, ich war jedoch nicht im Stande, bei irgend einem nackten Amphibium solche zu finden, womit auch *Leydig* übereinstimmt, der jedoch hier kleine weissgraue Stellen der Pulpa, die auch ich kenne, mit denselben vergleicht. Bei den Fischen hält *Leydig* die von mir an den Arterien beschriebenen Blasen für Aequivalente der *M.* Körperchen, welche Blasen, wie ich zeigte, nicht immer farblose Zellen, sondern meist nur Blutkörperchen enthalten, und

vielen Fischen gänzlich fehlen, wesshalb ihre Deutung als normale Gebilde doch wohl noch zweifelhaft sein möchte. Nur die Plagiostomen scheinen ganz unzweifelhafte *M.* Körperchen zu enthalten. Bei mehreren Fischen sah *Leydig* an kleinen Milzarterien die *Adventitia* gleichmässig von der *Media* abgehoben und zwischen beiden denselben Inhalt wie in den grösseren Blasen. — *J. Müller's* Vermuthung, dass die *M.* Körperchen bei allen Wirbelthieren sich finden, bestätigt sich demnach nicht, eine Thatsache, die nicht so ganz unwichtig ist, wenn man nach der physiologischen Bedeutung derselben frägt. — Bei einigen Säugethieren enthalten die *M.* Körperchen, jedoch nicht constant, dieselben Formen sich zersetzender Blutkörperchen, die im folgenden § aus der Pulpa beschrieben werden sollen. Für den Zusammenhang der Milzbläschen mit Lymphgefässen führt *Schultz-Schultzenstein* an (A. med. Centralz. 1855. Nr. 33), dass die erstern nach Unterbindung der Gefässe des Hilus in frisch geschlachteten und vor dem Schlachten gefütterter Thiere eine ungewöhnliche Ausdehnung erleiden und hält dieser Autor die Bläschen für nichts als rosenkranzförmige Erweiterungen der Lymphgefässe, eine Deutung, die der möglicherweise richtigen Beobachtung nur Eintrag thun kann. — Nicht ohne Bedeutung scheint mir in dieser Angelegenheit die von mir neulich ermittelte Thatsache, dass die *Vasa lymphatica profunda* des Ochsen und Kalbes erheblich mehr Lymphkörperchen enthalten als die *Vasa superficialia.* Da jedoch die innere Milzlymphe auch rothe Blutzellen enthält, so liegt die Möglichkeit vor, dass die Elemente derselben zufällig aus der Pulpa übergetretene Bestandtheile waren, welche nur durch zahlreichere Beobachtungen abzuweisen sein wird.

§. 171.

Die rothe Milzsubstanz, Milzpulpe, das Milzparenchym (*Substantia rubra, pulposa, parenchyma lienis)*, ist eine weiche röthliche Masse, welche alle Zwischenräume zwischen den grösseren Balken und stärkeren Gefässen ausfüllt und an einem Segmente der Milz ihrer Weichheit wegen leicht entfernt werden kann. Dieselbe besteht aus drei Elementen, nämlich aus den zartesten Blutgefässen der Milz, mikroskopischen Fasern und Bälkchen und besonderen Parenchymzellen. Zu denselben kommt beim Menschen und bei Thieren immer Blut in mannigfachen Umwandlungen, dass man dasselbe als normalen Theil bezeichnen kann. Je nach der Menge des letzteren und der Füllung der Blutgefässe erscheint die Pulpa bald heller bald dunkler blutroth, wobei jedoch noch zu bemerken ist, dass die Pulpa auch einen ihr eigenen rothen Farbstoff besitzt.

Die Fasern der Pulpa sind zweierlei Art. Einmal mikroskopische Bälkchen, ganz analog den grösseren von blossem Auge sichtbaren und auch von dem nämlichen Bau wie diese, ausser dass sie bei vielen Säugethieren mehr oder selbst nur glatte Muskeln enthalten. Ihr Durchmesser schwankt in der Regel zwischen 0,005—0,01‴ und ihre Zahl und Menge ist in verschiedenen Gegenden und bei verschiedenen Thieren nicht überall dieselbe. Beim Menschen finde ich sie spärlicher und breiter als bei Säugethieren und im Bau den grossen Balken vollkommen gleich. — Andere in der Pulpa noch vorkommende Fasern sind offenbar Endigungen der Gefässscheiden. Dieselben finden sich sehr zahlreich und treten besonders in Form von zarten undeutlich faserigen Membranen ohne elastisches Gewebe auf, welche die Capillaren zu verbinden scheinen und vielleicht auch mit den feinsten Bälkchen zusammenhängen.

Die Zellen der Milzpulpe oder Parenchymzellen der Milz runde, einkernige Zellen von 0,003—0,005''', sind in ihrer Mehrzahl denen in den Milzkörperchen so ähnlich, dass eine nähere Beschreibung derselben füglich unterlassen werden kann, auch finden sich mit ihnen untermengt ebenfalls und zwar meist in grösserer Menge als in den *M.* Körperchen freie Kerne, die jedoch bei genauer Untersuchung ebenso wie dort als nicht natürliche Vorkommnisse sich ergeben, so dass mithin auch die Pulpa einzig und allein Zellen als wesentliche Elemente enthält. Ausserdem zeigen sich dann noch einige andere Elemente und zwar 1) blasse runde, homogen aussehende Körper, etwas grösser als Blutkörperchen, die sich als Kerne von homogenem Aussehen, dicht von einer zarten Hülle umschlossen ergeben; 2) grössere Zellen bis zu 0,01''' und zwar einmal ganz blasse, mit 1—2 Kernen, und dann auch, was ich farblose Körnchenzellen genannt habe, d. h. Zellen mit mehr oder weniger ungefärbten, dunklen, fettartigen Körnchen, welche beide Elemente zwar auch in den *M.* Körperchen, aber nie in so grosser Zahl sich finden. Die Menge der verschiedenartigen Parenchymzellen und der scheinbar freien Kerne in der Pulpa ist so bedeutend, dass dieselben neben einer geringeren Menge gelbröthlicher Flüssigkeit, die sie verbindet, wohl die Hälfte der rothen Milzsubstanz ausmachen. Dieselben liegen nicht in grösseren Massen beisammen, sondern in kleinen unregelmässigen Häufchen von verschiedener Grösse, die die Zwischenräume zwischen den Balken und Gefässen aller Art und den *M.* Körperchen einnehmen. Am richtigsten denkt man sich die Sache, wenn man jeden zwischen grösseren Balken eingeschlossenen Abschnitt der rothen Substanz im Kleinen so zusammengesetzt sein lässt, wie die Milz im Grossen. In der That zeigen die mikroskopischen Bälkchen, die Enden der Gefässscheiden und die feinsten Gefässe dieselben Verhältnisse wie die von blossem Auge sichtbaren Balken und die grösseren Gefässe, während die kleinsten Nester von Parenchymzellen den grossen, dem unbewaffneten Auge scheinbar homogenen Pulpamassen entsprechen. Nirgends finden sich besondere Hüllen zur Umschliessung der Parenchymzellen, vielmehr liegen dieselben überall in Contact mit den Gefässscheiden, den Balken und den Hüllen der *M.* Körperchen.

Die rothe Pulpa des Menschen und der Thiere zeigt zu verschiedenen Zeiten eine verschiedene Farbe, oder besser ein verschiedenes Verhalten der in ihr enthaltenen Blutkörperchen, von welchem Umstande namentlich die so verschiedenen Färbungen derselben abhängen. Bei den einen Thieren nämlich besitzt dieselbe bald eine blassere, mehr graurothe, bald eine braune oder selbst schwarzrothe Farbe. Im letzteren Falle finden sich eine Menge veränderter Blutkörperchen, von denen bald weiter die Rede sein soll, im ersteren dagegen lässt sich durch die mikroskopische Untersuchung leicht nachweisen, dass die rothe Farbe von unveränderten Blutkörperchen herrührt, die auch durch Druck leicht aus dem Gewebe der Milz herauszutreiben sind und bei Zusatz von Wasser in kurzer Zeit allen Farbstoff abgeben. Bei anderen Thieren hat zwar die Milz immer ungefähr dieselbe, meist dunklere Farbe, allein es zeigen sich nichts destoweniger auch bald nur unveränderte Blutkügelchen, bald viele derselben in den mannigfachsten Umwandlungen begriffen. Diese nun

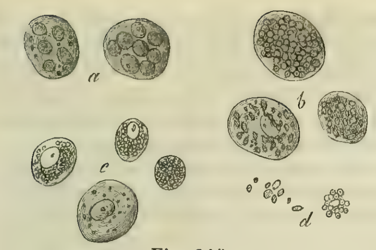


Fig. 245.

sind sehr auffallend und eigenthümlich und beruhen bei allen Thieren wesentlich darauf, dass 1) die Blutkügelchen, indem sie zugleich kleiner, dunkler und und die elliptischen der niedern Wirbelthiere auch rundlich werden, in rundliche Haufen sich zusammenballen, welche entweder in diesem Zustande verbleiben oder in Verbindung mit etwas Flüssigkeit unter Auftreten eines Kernes in ihrem Innern und einer äusseren Hülle als blutkörperchenhaltige rundliche Zellen von 0,005—0,015‴ mit 1 bis 20 Blutkörperchen erscheinen, und 2) dass diese Häufchen und Zellen, indem ihre Blutkörperchen immer mehr sich verkleinern und unter Annahme einer goldgelben, braunrothen oder schwarzen Farbe, ganz oder nach vorherigem Zerfallen in Pigmentkörner übergehen, in Pigmenthaufen und pigmentirte Körnchenzellen sich umwandeln und endlich die letztern unter allmählichem Erblassen ihrer Körner zu vollkommen farblosen Zellen sich gestalten. — In manchen Fällen bilden die Blutkörperchen keine Häufchen und Zellen, machen aber doch den eben geschilderten Farbenwechsel und das Zerfallen wie die anderen durch.

Nach meinen neuern Erfahrungen enthält die Milzpulpa von neugebornen und jungen saugenden Thieren noch andere als die hier erwähnten Elemente, die vielleicht auch bei ältern Geschöpfen sich werden auffinden lassen und zwar:

1) kleine kernhaltige gelbliche Zellen von einer solchen Färbung, dass sie oft von Blutzellen kaum mehr unterschieden werden können und unbedingt für sich entwickelnde Blutzellen zu halten sind;

2) fein granulirte Zellen von 0,01—0,02^{m} Grösse, mit vielen (4—10 und mehr), in einem centralen Haufen beisammen liegenden Kernen. Für diese eigenthümlichen Elemente, die sehr an die vielkernigen Zellen aus dem Knochenmark erinnern und schon vor Jahren von mir im Blute der Leber von Embryonen aufgefunden wurden *(S. Fahrner, de glob. sang. orig. fig. 10 c)*, habe ich nun die Milzpulpa als Bildungsstätte aufgedeckt und dieselben zugleich auch im Milzvenenblute nachgewiesen, womit zugleich ein neuer Beleg für die Annahme beigebracht ist, dass die Elemente der Milzpulpa in das Blut übergehen (Ueber die sprossenden Kerne dieser Zellen s. oben §. 12 und Fig. 9);

3) eine gewisse oft nicht unbedeutende Zahl bisquitförmiger, d. h. in Theilung begriffener Zellen mit zwei Kernen, die ebenfalls im Milzvenen- und Leberblute sich finden (cf. *Fahrner* Fig. 8).

Von diesen Elementen sind auf jeden Fall die gelben kernhaltigen Zellen, die als sich entwickelnde Blutzellen anzusehen sind, die interessantesten und habe ich, nachdem ich dieselben aufgefunden hatte, den Satz ausgesprochen, dass hiermit meiner Meinung nach zum ersten Male die Bildung rother Blutzellen in der Milz, nicht bloss vermuthet, sondern durch Beobachtung dargethan sei, ein Satz, der besonders bei *Funke* Anstoss erregt hat, da er schon im Jahre 1854 (Phys. 1. Aufl. p. 134) behauptet hatte, dass jedes Object aus der Milzpulpe unter dem Mikroskope zahlreiche Uebergangsstufen zwischen kernhaltigen farblosen und kernlosen farbi-

Fig. 245. Blutkörperchen haltende Zellen und ihre Metamorphosen aus der Milz des Kaninchens, 350mal vergr. *a.* Zwei kernhaltige Zellen mit Blutkügelchen. *b.* Solche Zellen in braune Pigmentzellen umgewandelt. *c.* Wieder entfärbte Zellen. *d.* Pigmentkörner aus frei sich veränderten Blutkügelchen entstanden.

gen Zellen zeige, ich kann jedoch nicht umhin denselben auch jetzt noch festzuhalten, da ich dasjenige, was *Funke* über die Bildung von rothen Blutzellen in der Milz der Ochsen, sagt (Phys. 3. Aufl. p. 157), nicht zu bekräftigen im Stande bin. Wenn die Beobachtung der Bildung rother Blutzellen hier so leicht ist, wie *Funke* sagt, so wird es auch andern gelingen sie zu sehen; so lange dies aber nicht der Fall ist, werden seine Behauptungen auf weitere Berücksichtigung keinen Anspruch machen können.

Die Veränderungen des Blutes in der Milz, über welche Ausführlicheres in meiner Mikr. Anat. II. 2. S. 268—271 sich findet und die gleichzeitig mit mir auch *Ecker* beobachtet und wie ich gedeutet hat, haben in der neuesten Zeit eine mehrfache Berücksichtigung erfahren. Einige wie *Gerlach*, *Schaffner*, *Funke* in früherer Zeit und Andere haben die Zellen mit Blutzellen auf eine Neubildung der letztern bezogen, eine Ansicht, die entschieden unrichtig und jetzt auch fast allgemein verlassen ist. Andere haben überhaupt die Existenz von kernhaltigen Zellen die Blutkörperchen einschliessen, geläugnet, wie *Remak* u. m. A. und selbst bestritten, dass in der Milz rothe Blutzellen vergehen, d. h. in Pigmentkörner sich umwandeln. — Auch diese Darstellung ist falsch und will ich statt weiterer Auseinandersetzungen nur bemerken, dass ich nach wie vor Alles was ich über die Formen und Umwandlungen der Blutkörperchen haltigen Zellen aufgestellt habe, aufs Entschiedenste festhalte und die Ueberzeugung hege, dass Jeder, der die Mühe einer solchen Untersuchung nicht scheut, sich ebenso wie *Virchow* u. A. davon vergewissern kann, dass meine Angaben richtig sind. Nur in einem Punkte bin ich aus allgemeinen Gründen zweifelhaft geworden, nämlich mit Bezug auf die Entstehungsweise der fraglichen Zellen, die ich früher als eine freie betrachtete und scheint mir in dieser Beziehung die Vermuthung von *Virchow*, dass die Blutzellen secundär in die sie enthaltenden Zellen eindringen, viel für sich zu haben, ohne dass ich für einmal im Stande bin, mich derselben bestimmt anzuschliessen.

Eine wichtige Frage ist die, was für eine Bedeutung die Veränderungen der Blutkörperchen haben, ob dieselben als physiologisch oder pathologisch anzusehen sind. Auf der einen Seite scheinen sehr gewichtige Gründe für das Normale der Erscheinung zu sprechen, namentlich das so zu sagen constante Vorkommen derselben bei so vielen und namentlich auch bei im Naturzustande lebenden Thieren, wie den Amphibien und Fischen, ferner das Vorkommen von Blutkörperchen haltenden Zellen in Blutgefässen, die von der allgemeinen Circulation durchaus nicht abgeschnitten sind, wie es sich bei Amphibien nachweisen lässt, drittens der Mangel ähnlicher, constanter, in kurzen Intervallen sich wiederholender Emwandlungen des Blutes in anderen Organen bei den höheren Wirbelthieren und noch manches Andere. Im Gegensatze zu diesen Thatsachen erheben sich nun aber bei genauerer Betrachtung manche andere, die fast unwillkürlich zur Annahme führen, es möchten doch vielleicht alle Veränderungen der Blutkörperchen in der Milz nur abnorme Erscheinungen sein, eine Ansicht, zu der namentlich meine Erfahrungen an Fischen mich leiten. Bei diesen gehen 1) die Veränderungen der Blutkörperchen der Milz häufig nicht im Innern der Blutgefässe, sondern in den im vorigen § erwähnten Blasen vor sich, die wie pathologische *Aneurysmata spuria* sich ausnehmen (siehe meine Mikr. Anat. II. 2 und *Todd*, *Cyclop. of Anat.* Art. *Spleen*, Fig. 533, *Ecker*, *Icon phys.* Tab. VI. Fig. 15, 16); 2) finden sich hier solche Extravasate und Metamorphosen der Blutkügelchen derselben nicht nur in der Milz, sondern auch in der Leber und im *Peritonaeum.* Reiht man nun an diese Facta noch die, dass bei gewissen Thieren, z. B. der Katze, dem Schaf u. a. die Veränderungen der Blutkörperchen in der Milz sehr selten zu treffen sind, ferner dass dieselben in ihrem Fortgange nicht immer in gleicher Weise mit den Zuständen der Verdauung zusammenfallen, so kann man sich kaum des Gedankens an das Abnorme der Erscheinung erwehren, namentlich wenn man noch bedenkt, dass ähnliche, bestimmt nicht physiologische Erscheinungen, wie die kleinen Blutergüsse in den Lungen, Bronchialdrüsen und der *Thyreoidea* des Menschen, in den Lymphdrüsen des Mesenterium des Schweines und Kaninchens u. s. w. ebenfalls theils als fast constante Erscheinungen auftreten, theils mit vollkommen gleichen Veränderungen der Blutkügelchen verbunden sind. Aus diesen Gründen habe ich schon im Jahre 1854 (Würzb. Verh. IV. p. 59 und in der 2. Aufl. dieses Werkes), nachdem ich früher geneigt gewesen war, die Auflösung von Blutzellen

in der Milz als physiologisch anzusehen, mich dahin ausgesprochen, dass alle Veränderungen der Blutkörperchen im Milzparenchym nicht in die Reihe der normalen Erscheinungen gehören und dass wenn die Milz ein Organ ist, in welchem normal Blutzellen zu Grunde gehen, dies nur innerhalb ihrer Gefässe geschehen kann, eine Auffassung, der nun auch die grosse Mehrzahl der Physiologen und Mikroskopiker sich angeschlossen haben, einige freilich nur, indem sie sich das wohlfeile Vergnügen machten, gegen die Ansicht zu streiten, zu deren Beseitigung ich zuerst die Thatsachen geliefert hatte. Dass übrigens eine Auflösung von Blutzellen wirklich in der Milz von Statten geht, viel eher noch als in der Leber, vermuthe ich jetzt noch, doch habe ich es seit der angegebenen Zeit bestimmt aufgegeben, diese Vermuthung durch diejenigen Thatsachen (d. h. durch das häufige Vorkommen von sich zersetzenden Blutzellen in der Pulpa) ferner begründen zu wollen, durch welche der Gedanke an dieselbe zuerst in mir rege wurde.

§. 172.

Gefässe und Nerven. Bei ihrem Eintritte in die Milz werden die relativ sehr grosse Milzarterie und die noch grössere Milzvene gleich von den als Gefässscheiden bezeichneten Fortsetzungen der fibrösen Haut umgeben, die beim Menschen vollständige Hüllen um die Gefässe und Nerven, etwa nach der Art der *Capsula Glissonii* bilden, so dass namentlich die Arterien und Nerven leicht isolirt werden können, weniger die Venen, die an der, der Arterie abgewandten Seite fester mit der Scheide sich verbinden. Anfänglich ist die Dicke der Scheiden ebenso bedeutend, wie die der *Fibrosa* und behalten sie auch diese Dicke bei, so lange sie die Hauptäste der Gefässe umgeben. Die feineren Verästelungen der letztern und die schon von den grossen Stämmen abgehenden kleinen Aeste haben feinere und immer feinere Scheiden, bis zuletzt, wenn die Gefässe ganz zart geworden, dieselben als dünne Häutchen in der Pulpa sich verlieren. Die Dicke einer Scheide ist immer geringer als die der Vene, doch werden nach den Verästelungen zu die Scheiden relativ stärker. Dass äusserlich eine Menge Balken an den Gefässscheiden sich ansetzen, wurde schon oben bemerkt, und betheiligen sich dieselben hierdurch, sammt den eingeschlossenen Gefässen, auch an der Bildung des derberen Netzwerkes im Innern der Milz. — Bei Säugethieren, wie beim Pferd, Esel, Ochs, Schwein, Schaf u. s. w., verhalten sich die Scheiden anders, indem hier an den kleineren Venen gar keine solchen sich finden und an den grösseren so zu sagen nur auf der Seite, wo die Arterien und Nerven liegen. Nur die zwei Hauptäste der Vene haben hier vollständige Scheiden, während die Arterien von den Stämmen an bis zu den feinsten Verästelungen hin solche besitzen. Der Bau der Scheiden ist ganz der der Balken, doch finden sich nicht in allen Fällen, wo die letztern Muskeln enthalten, solche auch in der Scheide, so z. B. beim Ochsen, während dieselben beim Schwein auch hier sehr deutlich sind.

Die Milzarterie spaltet sich nach ihrem Eintreten mit jedem Hauptaste gleich strauchartig in eine grössere Zahl von Aesten, von denen die grösseren nach dem vordern, die kleineren nach dem hintern Rande des Organes hinstreben, und keine Anastomosen mit denen anderer Hauptäste bilden. Wenn dieselben bis zu $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{10}'''$ sich verdünnt haben, so trennen sie sich von den Venen, die bisher in der nämlichen Scheide mit ihnen verliefen, setzen sich

dann mit ihren 0,01—0,02‴ starken Zweigen in schon beschriebener Weise mit den *Malpighi*'schen Körperchen in Verbindung. Dann dringen sie, an der Oberfläche derselben oft fest anliegend, aber, soviel ich wenigstens sehe, nicht durch sie hindurch, wie J. Müller früher annahm, in die rothe Milzsubstanz hinein und zerfallen unmittelbar in zierliche Büschel kleinster Arterien, die sogenannten *Penicilli* (Fig. 246), welche dann zum Theil in die *Malpighi*'schen Körperchen eingehen (siehe oben §. 170), zum Theil ausserhalb derselben in wirkliche Capillaren von 0,003 — 0,005‴ sich auflösen, die überall in der Pulpa, sowohl um die *Malpighi*'schen Körperchen herum als auch sonst zu einem etwas weiteren durch die ganze Milz zusammenhängenden Maschennetz sich verbinden.

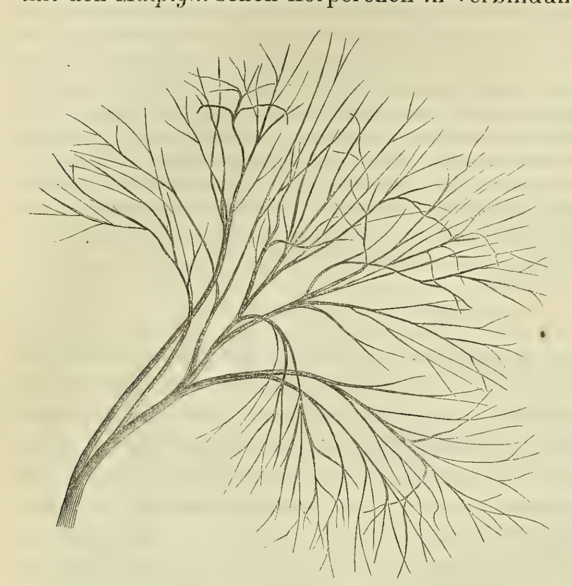


Fig. 246.

Was die Venen anlangt, so muss ich mich vor Allem gegen die Existenz von Venenräumen, *Sinus venosi*, die ältere und neuere Anatomen beschreiben, in der menschlichen Milz aussprechen. Die grösseren Venen, welche noch Arterien begleiten, zeigen durchaus nichts Besonderes, abgesehen von ihrer Weite. Alle haben eine Membran, die wenigstens auf der Seite der Arterie leicht nachzuweisen ist und allmählich sammt der Gefässscheide sich verdünnt. Oeffnungen kleiner Venen, sogenannte *Stigmata Malpighii*, finden sich in den grössten dieser Venen nur in geringer Menge, während sie in den kleineren häufig sind. Von dem Punkte aus, wo die Venen von den Arterien sich trennen, verhalten sie sich etwas verschieden. Einmal nämlich gehen nun auf allen Seiten eine grosse Zahl kleinerer Venen unter meist rechten Winkeln von ihnen ab, wodurch ihre Wand stellenweise fast wie siebförmig durchbrochen erscheint, und zweitens verschmelzen ihre Membranen mit den Gefässscheiden ganz, so dass beide schliesslich nur noch eine ganz zarte Wand constituiren, die jedoch immer noch an den feinsten, durch die Präparation isolirbaren Gefässen mit Leichtigkeit nachzuweisen ist. Erweiterungen irgend einer Art finde ich in keinem Theile dieser Venen, nur ist zu bemerken, dass dieselben langsamer sich verengern als die Arterien. Was ihren Zusammenhang mit den Capillaren betrifft, so kommt derselbe wenigstens bei

Fig. 246. Eine Arterie mit ihren büschelförmigen Enden aus der Milz des Schweines. 25mal vergr. Nach einer Injection von Gerlach.

einem Theil der Gefässe wie in allen andern Organen zu Stande, und ist sowohl durch Injection der Venen einer gut erhaltenen menschlichen, namentlich Kindermilz nicht schwer, als auch wenn schon in seltenen Fällen unter dem Mikroskop nachzuweisen, indem ich in einigen Fällen im Innern der Milzbläschen des Menschen kleine Venen im Zusammenhang mit den Capillaren antraf (Würzb. Verh. IV. p. 58). Dass alle Arterien und Venen in regelrechter Weise durch Capillaren verbunden sind, will ich jedoch nicht behaupten, um so weniger, da alle Erfahrungen der neuern Zeit darauf hindeuten, dass die Milzpulpe in irgend einer Weise mit den Blutgefässen zusammenhängt, doch hüte man sich auch hier eine Ansicht als bewiesen anzusehen, bevor dieselbe hinreichend durch Thatsachen festgesetzt ist.

Das Epithel der Milzgefässe, namentlich der Venen, löst sich früher oder später nach dem Tode leicht ab, und erscheint dann in sehr grosser Menge scheinbar frei in der Pulpa. Die Zellen sind nichts anderes als die früher fragweise von mir mit Muskelzellen verglichenen spindelförmigen Körper (Fig. 247) mit oft seitlich ansitzendem Kern, die manchmal zusammengerollt und auch in wahrscheinlich erst im Tode entstandenen zellenartigen Blasen drin gefunden werden. — Diese Zellen sind es, die vor Kurzem *Führer* als sich entwickelnde Capillaren beschreibt (!) und zu absonderlichen Hypothesen über die Blutbildung in der Milz benutzt, auf welche einzugehen ich keine Veranlassung finde.

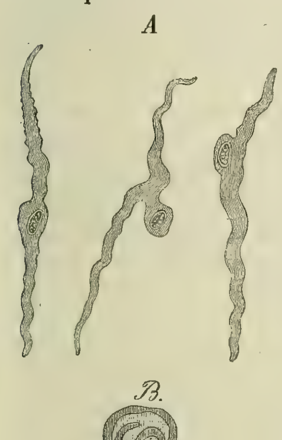


Fig. 247.

Lymphgefässe besitzt die menschliche Milz verhältnissmässig sehr wenige. Die oberflächlichen derselben verlaufen spärlich zwischen den zwei Hüllen, sind jedoch, ausser in ganz gesunden Milzen und in der Nähe des *Hilus*, kaum zu erkennen. Die tiefen Gefässe finden sich im *Hilus*, von wo aus sie ebenfalls nur wenige an Zahl und von geringem Durchmesser die Arterien begleiten, jedoch lange nicht so weit, wie diese sich verfolgen lassen. Am *Hilus* kommen beiderlei Gefässe zusammen, gehen durch einige kleine hier befindliche Drüsen und vereinen sich schliesslich in einen Stamm, der am 11. oder 12. Wirbel in den *Ductus thoracicus* mündet. An kranken Milzen sieht man von den oberflächlichen Lymphgefässen meist keine Spur.

Die aus vielen feinen und einigen dicken Röhren und mässig viel *Remak*'schen Fasern bestehenden Nerven der Milz kommen aus dem die Milzarterie mit 2 oder 3 Stämmen umstrickenden Milzgeflechte und setzen sich im Innern des Organes je mit einem oder zwei hie und da anastomosirenden Aesten auf die Arterien fort. Beim Schaf und Ochsen sind diese Milznerven wahrhaft colossal, so dass sie alle zusammen an Dicke der leeren und zusammengezogenen Milzarterie gleichkommen, welche Stärke jedoch nur auf Rechnung un-

Fig. 247. Epithelzellen der Milzvenen des Menschen. *A*. Dieselben frei. *B*. Eine solche in eine Zelle eingeschlossen. 350mal vergr.

gemeiner Mengen *Remak*'scher Fasern zu setzen ist. Bei Thieren kann man die Nerven, die durchaus ohne Ganglien sind, mit dem Messer weit in die Milz hinein verfolgen, weiter als beim Menschen, und mit Hülfe des Mikroskops habe ich dieselben häufig auch an den die *M.* Körperchen tragenden Arterien noch gesehen. Ueber ihre Endigungen kann ich nur das sagen, dass dieselben in die Pulpa übergehen und auch an den Arterienpinseln noch zu sehen sind. Dieselben werden hierbei schliesslich so fein wie die feinsten Capillaren, enthalten keine dunkelrandigen Röhren mehr und enden nach dem, was *Ecker* gesehen hat (l. c. p. 149. Fig. 10) wahrscheinlich gabelförmig verästelt und frei. Beim Kalbe messen die Nerven an Arterien von 1‴ 0, 024—0,028‴, an den *Penicilli arteriarum* 0,0048 — 0,0056‴, mitten in der Pulpa 0,003—0,004‴. In Stämmchen von 0,012—0,028‴ sah ich hier noch eine einzige dunkelrandige Nervenfaser, während alles andere aus einem streifigen kernhaltigen Gewebe bestand, das in den feineren Fäden allein vorhanden war. Es ist nicht möglich anzunehmen, dass dieses Gewebe hier die Bedeutung von Bindegewebe hat und erscheint es aus diesem Grunde auch als möglich und vielleicht wahrscheinlich, dass die grauen Fasern in den Stämmen auch Nervenfasern von embryonalem Character sind, worüber jedoch nur Untersuchungen über ihre Herkunft etwas ganz Gewisses zu ergeben im Stande sind. — In den Stämmen der Milznerven des Kalbes finden sich schon vor ihrem Eintritte in die Milz und innerhalb derselben zahlreiche gabelförmige Theilungen der dunkelrandigen zum Theil gröberen zum Theil feineren Primitivröhren, welche beim Menschen aufzufinden mir bisher nicht gelang.

Von den Säugethieren scheinen in Bezug auf die Venen manche ganz an den Menschen sich anzuschliessen, andere, wie Pferd, Ochs, Schaf, Schwein, weichen dagegen sehr bedeutend ab. Hier findet sich nur an den Anfängen der allergrössten Venenstämme eine besondere Venenhaut und Gefässscheide, während tiefer herein dieselben nur an der Seite der Arterie sichtbar sind. An allen kleineren Venen, die für sich (ohne Arterien) verlaufen, ist von zwei Hüllen keine Spur mehr zu finden, ja es scheinen selbst diese Venen einfach Aushöhlungen in der Milzsubstanz zu sein, indem man an ihren Wänden eine Menge anastomosirender *Trabeculae* und dazwischen rothe oft knollig vorspringende Milzsubstanz sieht. Dieselben haben jedoch immer noch eine vollkommen glatte und glänzende Oberfläche, die von einem nur durch das Mikroskop nachweisbaren Ueberzug von mehr spindelförmigen, nach Art eines Pflasters verbundenen Epithelzellen von 0,005—0,01‴ herrührt. Dieses Epithelium entspricht vollkommen dem der grösseren Venen, nur liegt es hier nicht mehr auf einer besonderen Wand, sondern unmittelbar auf der Milzsubstanz, d. h. auf den Balken und einem zarten häutigen Wesen, das die Pulpa zwischen denselben abgrenzt, auf. Bei so bewandten Umständen kann man mit vollem Rechte von Venensinus reden, um so mehr, wenn man bedenkt, dass diese so zu sagen wandungslosen Venen eine colossale Weite besitzen und von unzähligen in sie sich ergiessenden Venen durchlöchert sind. Diese kleineren Venen selbst lassen sich noch ziemlich weit durch die Scheere verfolgen, doch hat es mir auf keine Weise gelingen wollen, nachzuweisen, wie dieselben mit dem auch hier sehr deutlichen, aus gewöhnlichen *Penicilli arteriarum* hervorgegangenen Capillarnetz zusammenhängen. Ich glaube auch kaum, dass es jemals gelingen wird, diesen Zusammenhang ganz zu ermitteln, denn die feinsten Venen, die oft nur noch einige wenige *Trabeculae,* meist einzig und allein rothe Milzpulpe als Begrenzung haben, sind so zarte Canäle, dass sie durch die geringste mechanische Gewalt, wie beim Aufblasen oder injiciren, zerreissen und auch durch das Mikroskop nicht zu entdecken sind. So viel sieht man jedoch immer, dass dieselben schliesslich sehr fein werden, so fein, dass es unmöglich ist, von einem

Anfangen derselben mit Erweiterungen zu reden und dass, wenn die die Pulpa enthaltenden Räume wirklich mit den Venen communiciren, die Verbindung so sich macht, dass die kleinsten Venen direct in weitere interstitielle Räume sich öffnen. Ein Theil der Venen scheint auch hier in gewöhnlicher Weite in die Capillaren überzugehen, mit dem Unterschiede jedoch, dass die feinsten Venen nur mit einer Membran, einem Epithel versehen sind und daher vielleicht in etwas anderer Weise mit der structurlosen Haut derselben sich fortsetzen. Kleinere Folgen von mehr rundlichen Epithelzellen, die man nicht selten beim Zerzupfen der Pulpa findet, gehören wahrscheinlich diesen kleinsten Venen an.

Die Lymphgefässe sind bei Säugethieren nach den Angaben aller Schriftsteller sehr zahlreich, was für die *Vasa superficialia* ganz richtig ist, die z. B. beim Kalbe in dem subserösen Bindegewebe in reichlichster Menge und mannichfach anastomosirend sich finden. Dagegen sind, wie ich finde, auch hier die *Vasa profundiora* spärlich. So zähle ich im *Hilus* einer Kalbmilz nur vier Lymphstämme mit einem Gesammtdurchmesser von 0,17‴. Oberflächliche und tiefe Lymphgefässe scheinen hier in einiger Verbindung zu stehen, insofern als mit kleinen Arterienästchen, die aus dem Innern der Milz hervorkommend in den Hüllen sich ausbreiten, auch einzelne feine Lymphgefässe hervortreten und in die oberflächlichen Stämme sich ergiessen, Gefässe, die vielleicht mit den am *Hilus* hervorkommenden zusammenhängen. Diese letzteren lassen sich beim Ochsen leicht eine Strecke weit ins Innere verfolgen, so weit, dass man sehen kann, dass dieselben nicht nur anfänglich, sondern auch später immer mit den Arterien verlaufen. Wie sie beginnen ist unbekannt und kann ich nur so viel sagen, dass die Arterien an den *M.* Körperchen und in den *Penicilli*, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, nicht mehr von Lymphgefässen begleitet sind. Der Bau der Lymphgefässe der Milz zeigt nichts Besonderes und haben dieselben Klappen.

Die Arterien der menschlichen Milz sind ungemein muskulös, was vollkommen hinreicht, um das von vielen Beobachtern constatirte An- und Abschwellen des Organes 5—6 Stunden nach Aufnahme der Nahrung zu erklären. Bei Thieren können ausser diesen contractilen Elementen auch die von mir aufgefundenen Muskeln der Hülle und der Balken hierbei sich betheiligen, was dann auch begreiflich macht, dass thierische Milzen auf Galvanismus energischer sich contrahiren als die Menschenmilz, bei der übrigens neulich hier in Würzburg bei einem Hingerichteten die Contractionen ebenfalls gesehen wurden (s. Würzb. Verh. V.).

Ueber den Bau der Milz hat in neuester Zeit *Hlasek* ganz eigenthümliche Ansichten vorgebracht. Nach diesem Autor gibt es keine selbständige rothe Milzpulpa, sondern liegt dieselbe ganz und gar im Innern von anastomosirenden Venenräumen, welche, bekleidet von einem regelmässigen Epithel die ganze Milz durchziehen und die Hauptmasse derselben ausmachen. Die übrigen Theile der Milz, Hülle, Balken, Arterien, Capillaren, Nerven, Milzbläschen, Lymphgefässe liegen ausserhalb an diesen cavernösen Venen und tragen zur Bildung ihrer Wände bei. Wie die Capillaren zu diesen Venenräumen sich verhalten gibt *Hl.* nicht an, dagegen lässt er aus denselben die grösseren Venen mit Wurzeln entspringen. — Diese Darstellung, die, wie ich es voraussetzte, Aufsehen gemacht und Anhänger gewonnen hat, weil sie die Beziehungen der Pulpa zur Blutkörperchenbildung sehr handgreiflich darstellt und eine leichte Erklärung der Leukämie der Milztumoren an die Hand gibt, halte ich für eine ganz verfehlte. Nichts ist leichter als zu zeigen, dass die Zellen der Pulpa nicht in Räumen liegen, die von einem Epithel ausgekleidet sind, denn es grenzen dieselben überall direct an die Balken, *Malpighi*'schen Körperchen, Arterien, Venen, Nerven, Capillaren und die Hülle, an welchen Theilen eine Epithelialbekleidung fehlt. Hieraus geht hervor, dass die Hauptmasse der Pulpa sicherlich nicht innerhalb von Blutgefässen liegt oder, wie es nach *Hl.* der Fall sein müsste, einfach ein an Zellen sehr reiches Blut ist, was auch noch dadurch bekräftigt wird, dass die Pulpa, wie ich zeigte, sehr energisch sauer reagirt, das Milzblut dagegen wie gewöhnlich alkalisch. Aus diesen Gründen ist es mir ausgemacht, dass die Schilderung von *Hl.* nicht richtig ist, doch kommt es mir nicht in den Sinn zu behaupten, dass die Art und Weise des Zusammenhanges der Capillaren und Venen, namentlich bei den Säugethieren, und vor allem das Verhalten der cavernösen, auch von

mir angenommenen Venenräume bei Wiederkäuern, Pferden etc. ausser allen Zweifel gestellt und genau ermittelt sei. Der durch *Virchow's* und meine Untersuchungen constatirte Uebergang von Elementen der Milzpulpa (Blutkörperchen haltige Zellen, Pigmentzellen, einfache Zellen der Pulpa, vielkernige Zellen derselben) in die Blutgefässe, so wie das constante Vorkommen von normalen und häufig auch sich zersetzenden Blutzellen in der Pulpa weist bestimmt darauf hin, dass die sie enthaltenden Räume in irgend einer normalen Verbindung mit den Blutgefässen stehen, und da kann es sich denn nur noch darum handeln, ob die Vermuthung die richtige ist, die ich im § selbst ausgesprochen, nach der ein Theil der Arterien und Venen in gewöhnlicher Weise durch Capillaren verbunden sind, während bei einem andern Theile der Zusammenhang nur durch die Pulparäume sich macht oder ob in der Milz Capillaren und Venenanfänge überhaupt gar nicht direct zusammenhängen, sondern frei in der Pulpa ausgehen und das Blut ohne bestimmte Bahnen ebenso durch diese sich bewegt, wie der Chylus nach den neuesten Erfahrungen durch die mit Zellen und Capillaren gefüllten Alveolen der Lymphdrüsen. Beim Mangel aller bestimmten Thatsachen ist der Entscheid zwischen diesen beiden Möglichkeiten die physiologisch und pathologisch ebenso leicht zu verwerthen wären wie d e Angaben von *Hlasek*, nur schwer zu geben, doch gebe ich für einmal der ersteren Anschauung den Vorzug und zwar, weil ich beim Menschen, wenigstens in den Milzbläschen, den Uebergang von Capillaren in Venen direct beobachtet habe, und zweitens, weil es bei dieser Ansicht begreiflich wird, wie die Milzpulpe energisch sauer reagiren kann, während das Blut der Arterie und Vene des Organs wie gewöhnlich alkalisch ist. Bei dieser Auffassung würde dann die Milz in gewisser Beziehung an die *Corpora cavernosa* der grossen Säuger erinnern, bei denen ein Theil der Arterien und Venen nur durch die grossen Venenräume zusammenhängen, während in den dicken Balken Capillaren in gewöhnlicher Weise vorhanden sind, nur hätte man die Venenräume mit einem besondern Zellenparenchym erfüllt und in diesem auch Capillaren sich zu denken. Auf jeden Fall wird die Pulpa nicht bloss einfach als langsam strömendes zellenreiches Blut, sondern als ein mehr stabiles Element anzusehen sein, das, wenn es auch Theile an das Blut abgibt und rothe Blutzellen (in gewisser nicht zu grosser Zahl) aufnimmt, doch auch noch andern Zwecken dient, wie am besten die eigenthümliche chemische Zusammensetzung des Milzsaftes und seine saure Reaction darthut.

Bei dem grossen Dunkel, das die Beziehungen der Milzpulpe zu den Blutgefässen annoch umhüllt, muss jede Angabe, die vielleicht geeignet ist nähere Aufschlüsse zu geben, und wenn sie auch vorläufig noch nicht verständlich ist, aufgenommen werden. Ich will daher noch der Mittheilungen von *Sasse*, *Billroth* und *Gray* gedenken. Nach *Sasse* sind die Zellen der Pulpa in Röhren oder Zotten von 0,008—0,01''', selbst 0,02''' enthalten, die aus einem homogenen Häutchen mit Kernen bestehen. Ausser in diesen Röhren, über deren Verbindung mit den übrigen Elementen *Sasse* nichts ermittelte, liegen die Pulpazellen noch auf structurlosen Häutchen, die entweder durch Zerstörung der Röhren entstehen oder in sie sich umbilden. Bei Milzhypertrophie sollen die Röhren oder Zotten zu einem weiten Netz zusammentreten. — *Billroth* findet besonders an Amphibienmilzen, dass das Parenchym der Milz aus einem feinen cavernösen Netzwerk besteht, in welches wahrscheinlich die Arterien schliesslich frei ausmünden, aus welchem die Venen entspringen. Bei Amphibien ist dieses Netz von sternförmigen Zellen mit Kernen gebildet, wogegen beim Menschen das Netz grösstentheils kernlos ist, in seinen stärkeren Balken jedoch von den bekannten Spindelzellen gebildet wird. Auch der Inhalt der *Malpighi*'schen Bläschen, so wie die analoge weisse Milzsubstanz gewisser Thiere soll aus einem Maschennetz bestehen. Ueber die Bildung rother Blutzellen kam *B.* zu keinem Abschluss, doch glaubt er eine solche in den Zellen der Maschennetze gesehen zu haben. *Gray* endlich lässt die Venen der Milz in dreierlei Weise beginnen: 1) als directe Fortsetzungen der Capillaren, was das gewöhnlichste sei; 2) aus Intercellularräumen der Pulpa; 3) indem sie eine unvollkommene Hülle um die *Malpighi*'schen Körperchen bilden, Angaben von denen, die beiden letzten durch ihre Unbestimmtheit nicht gerade dazu beitragen werden, die Verhältnisse in ein klareres Licht zu setzen.

§. 173.

Physiologische Bemerkungen. Die Milz entwickelt sich am Ende des zweiten Monats in dem fötalen Mesogastrium am Fundus des Magens aus einem Blastem, das unabhängig vom Magen, der Leber oder dem Pancreas, von dem mittlern Keimblatte abstammend, an diesem Punkte sich ansammelt. Dieselbe ist zuerst ein weissliches, oft leicht gelapptes Körperchen (in der 9—10. Woche von 0,72''' Länge, 0,4''' Breite), das allmählich sich röthet und bald ebenso reich an Blut und Gefässen wird, wie beim Erwachsenen. Die anfänglich die Milz allein zusammensetzenden rundlichen kleinen Zellen bilden sich im dritten Monat zum Theil in Gefässe und Fasern um, während ein anderer Theil als Parenchymzellen verbleibt. Die *M.* Körperchen sind erst spätern Ursprungs, doch finden sie sich ohne Ausnahme am Ende der Fötalperiode, jedoch beträchtlich kleiner als später. Wie sie entstehen, weiss ich nicht, doch vermuthe ich, dass sie einfach aus Zellenhäufchen hervorgehen, deren äusserste Elemente zur bindegewebigen Hülle sich umwandeln, während die inneren, zum Theil in ihrem ursprünglichen Zustande verharrend, zum Theil in Gefässe metamorphosirt, den Inhalt bilden.

Ueber die Verrichtungen der Milz sich ausführlicher auszulassen, ist hier nicht der Ort; ich begnüge mich daher, indem ich auf §§. 170, 171 und auf m. Mikr. Anat. II. 2. p. 282 verweise, zu sagen, dass ich die Milz für ein Organ halte, in dessen Parenchym massenhaft und zeitenweise in vermehrter Menge austretende Blutbestandtheile unter Mitwirkung zelliger, in beständiger Bildung und Auflösung begriffener Elemente vorzugsweise eine regressive, zum Theil auch eine progressive Metamorphose erleiden und schliesslich zur Ausscheidung aus dem Körper und zur weiteren Verwerthung wieder vom Blut und den Lymphgefässen aufgenommsn werden, in denen sie namentlich auch zur Bildung farbloser, bei jungen Thieren bestimmt auch farbiger Zellen dienen.

Die Untersuchung der Milz macht bis auf gewisse Verhältnisse keine Schwierigkeiten; Pulpa, Balken, Hülle, *Malpighi*'sche Körperchen bieten sich von selbst dar. Die letzteren sind am besten zuerst beim Schwein und Ochsen zu erforschen, wo Hülle und Inhalt sich leicht isoliren lassen und auch der Zusammenhang mit den Gefässen zu sehen ist. Um Zellen mit Blutkörperchen zu sehen, muss man Wasserzusatz vermeiden. Die Muskelfasern zeigen schön die feineren Balken des Ochsen, die Balken des Schweines und Hundes und ist auch hier Maceration in Salpetersäure von 20 pCt. zweckdienlich. Bei den Arterien und Capillaren sind Injectionen leicht zu machen, bei den Venen sehr schwer und beim Menschen noch verhältnissmässig am leichtesten. Die Nerven findet man leicht an der Arterie, die Lymphgefässe studire man beim Ochsen. Für die Pulpa empfiehlt *Billroth Lig. ferri sesquichlorati*, beim Menschen Chromsäure und Glycerin.

Literatur der Milz. *M. Malpighi*, *De liene*, in *Exercit. de visc. struct. Lond.* 1669; *J. Müller*, Ueber die Structur der eigenthümlichen Körperchen in der Milz einiger pflanzenfressender Thiere, in *Müll.* Archiv 1834; *T. C. H. Giesker*, Splenologie. I. Zürich 1835; *Schwager-Bardeleben*, *Observationes micr. de gland. ductu excretorio carentium structura. Berol.* 1841; *Th. v. Hessling*, Untersuchungen über die weissen Körperchen der menschlichen Milz. Regensburg 1842; *A. Kölliker*, Ueber den Bau und die Verrichtungen der Milz, in Mittheil. der Zürch. nat. Gesellschaft, 1847, p. 120; Ueber Blutkörperchen haltende Zellen, in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I. S. 261 und Bd. II. S. 115; Würzb.

Verh. Bd. IV. p. 58; Art. *Spleen,* in *Todd's Cyclopaedia of anatomy, Juni* 1849; *A. Ecker,* in Zeitschr. für rat. Medicin, VI, 1847; Art. Blutgefässdrüsen, in *R. Wagner's* Handw. der Phys. IV, 1, 1849 und *Icones phys. Tab. VI; J. Landis*, Beiträge zur Lehre über die Verrichtungen der Milz, Zürich 1847; *Gerlach*, in Zeitschr. f. rat. Medicin, VII, 1848. Gewebelehre S. 218, *R. Sanders, On the structure of the Spleen*, in *Goodsir's Annals of Anat. I,* 1850; *O. Funke, De sanguine venae lienalis. Lips.* 1851; *Leydig*, in Beitr. zur Anat. d. Rochen. 1852, p. 60 und Unters. über Fische u. Amph. 1853, p. 20 u. 46; *Beck,* Unters. u Studien im Gebiete der Anat. 1852, p. 80; *W. O. Chalk, On the bloodvessels and trabeculae of the Spleen,* in *Med. Times* 1852, *July;* 1854, *p.* 476; *Sanders*, in *Monthl. Journal.* 1852, *March; Vl. Hlasek, Disquis. de struct. lienis. Dorp.* 1852; *H. Gray, On the developm. of the ductless glands*, in *Phil. Trans.* 1852, *I, p.* 295; *Structure and Use of the Spleen, A. Cooper prize essay, London* 1854; *Fr. Führer*, Ueber die Milz u. eine Besonderheit ihres Capillarsystems, in Arch. f. ph. Heilkunde 1854, p. 149, und 1856 p. 105; *Stinstra, De funct. lienis, Diss. Groning* 1854; *Huxley, Struct. of the Malpigh. bodies of the Spleen,* im *Micr. Journal II, p.* 74; *Kölliker*, Ueber die Function der Milz, in Würzb. Verh. Bd. VII; *Billroth,* Beitr. zur vergl. Hist. der Milz, in *Müll.* Arch. 1857, p. 104; *A. Sasse, De milt, besch. in hare structuur en hare phys. betrekking, Amst.* 1855; *Schönfeld, Diss. phys. de funct. lienis. Gron.* 1855; *E. Crisp, A treatise on the struct. and use of the Spleen. London* 1857.

Von den Respirationsorganen.

§. 174.

Zu den Respirationsorganen zählt man gewöhnlich nur Kehlkopf, Trachea und Lungen, doch halte ich es für das Passendste, zwei genetisch mit den nicht zur Entwickelung kommenden Respirationsorganen der Embryonen, d. h. den Kiemenbogen, verbundene Organe, die physiologisch vielleicht mit den Lungen zusammenhängen, hier zu beschreiben, nämlich die Schilddrüse und die Thymus.

Von den Lungen.

§. 175.

Die Lungen verhalten sich im Bau ganz ähnlich einer zusammengesetzt-traubigen Drüse und stellen mit ihren Lappen, Läppchen und Luftzellen das eigentliche Drüsenparenchym dar, während die Bronchien, die Trachea und der Kehlkopf die ausführenden Apparate sind. Eine Differenz von gewöhnlichen Drüsen liegt darin, dass, weil in den Lungen ein zwiefacher Process, eine Ausscheidung und eine Aufnahme von Stoffen statthat und derselbe die ganze Blutmasse betrifft, die Hohlräume bedeutend geräumiger sind und auch vermöge des eigenthümlichen Inhalts derselben einen ganz besondern festen und zugleich elastischen Bau erhalten haben.

§. 176.

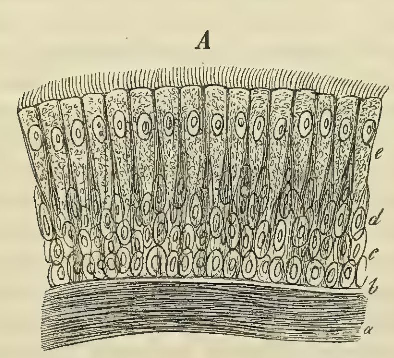
Der Kehlkopf, *Larynx*, ist der zusammengesetzteste Theil der sogenannten Luftwege und besteht einmal aus einem festen Gerüste, den Kehlkopfsknorpeln sammt ihren Bändern, dann aus vielen kleinen an dieselben sich ansetzenden Muskeln, endlich aus einer drüsenreichen, das Innere derselben auskleidenden Schleimhaut.

Die Knorpel des Kehlkopfes sind in ihrem Bau nicht alle gleich, indem die einen aus gewöhnlichem Knorpelgewebe, die andern aus Faserknorpel, noch andere aus sogenanntem Netzknorpel oder gelbem Knorpel bestehen. Zu den ersteren gehören der Schildknorpel, Ringknorpel und die Giessbeckenknorpel, welche alle eine mehr homogene, hyaline Grundsubstanz und in dieselbe eingestreute Knorpelkapseln besitzen (Fig. 249), unter den andern wahren Knorpeln noch am meisten an die Rippenknorpel sich anschliessen und zu äusserst abgeplattete Zellen, dann eine weissliche Schicht mit vielen grossen Mutterzellen und mehr faseriger Grundmasse endlich im Innern mehr Grundsubstanz und kleinere radiär gestellte Höhlen enthalten. Die Kapseln der Zellen sind bedeutend dick und in der eingeschlossenen Zelle ist meist ein grosser Fetttropfen zu finden. Sehr häufig sind in den Kehlkopfsknorpeln Incrustationen der Knorpelzellen und der Grundsubstanz durch kleine Kalkkrümel, ausserdem finden sich aber auch wirkliche Ossificationen, die immer von der Bildung grosser, mit schönem, gallertartigem, gefässhaltigem Knorpelmark gefüllter Höhlen begleitet sind. — Die *Epiglottis*, die *Santorini*'schen und *Wrisbergi*'schen Knorpel bestehen aus gelbem oder Netzknorpel (siehe §. 26. Fig. 24), ebenso nach *Rheiner* der *Proc. vocalis* der *Cart. arytaenoidea* und manchmal deren Spitze und zeigen dunkle, sehr dicht verfilzte Fasern, die bei Thieren (beim Ochsen z. B.) viel stärker sind als beim Menschen, und 0,01—0,02''' grosse helle Knorpelkapseln, in denen *Henle* in einem Falle eine derartige concentrische Ablagerung sah, dass der Rest der Zellenhöhle einer einfachen Knochenzelle mit einigen wenigen Ausläufern ähnlich war (Allg. Anat. Tab. V. Fig. 8). — Die *Cartilago triticea* besteht aus Bindegewebe mit eingestreuten Knorpelzellen, ist mithin gewöhnlicher Faserknorpel, kann aber auch hyaliner Knorpel sein *(Rheiner, Ségond)*.

Von den Bändern des Kehlkopfs erhalten die *Ligg. crico-thyreoideum medium* und *thyreo-arytaenoidea inferiora* vorwiegend elastisches Gewebe und sind gelb, während andere, wie die *thyreo-arytaenoidea superiora, hyo-* und *thyreo-epiglottica*, die *Membr. hyo-thyreoidea* wenigstens durch grossen Reichthum an solchen Elementen sich auszeichnen. Die elastischen Fasern der Kehlkopfsbänder sind von der feineren Art, kaum über 0,001''', und vereinen sich in gewöhnlicher Weise zu einem sehr dichten elastischen Netzwerk, das jedoch überall, auch wo es scheinbar am reinsten ist, noch Bindegewebe beigemengt enthält. Die Muskeln des Kehlkopfs sind alle quergestreift mit Muskelfasern von 0,016—0,024''' und eben so gebaut, wie die des Rumpfes. Dieselben entspringen von den Knorpeln des Kehlkopfes und setzen sich an diese und auch an die elastischen Bänder derselben an, welches letztere beim

Thyreo-arytaenoideus der Fall ist, der grösstentheils an der concaven Aussenseite der Stimmbänder sich verliert.

Die Schleimhaut des Kehlkopfes, die Fortsetzung der Rachen- und Mundhöhlenschleimhaut ist glatt, weissröthlich und durch gewöhnliches, zum Theil reichliches submucöses Gewebe mit den unterliegenden Theilen verbunden. Mit Ausnahme des Kehlkopfseinganges hat dieselbe nur ein Flimmerepithel und keine Papillen, ist reich an feineren elastischen Fasernetzen, namentlich in ihren tieferen Theilen, während die innerste Lage mit einer Mächtigkeit von 0,03—0,04''' vorzüglich aus Bindegewebe besteht, und mit einem nicht zu isolirenden homogenen Saume von etwa 0,004''' endet. Das Flimmerepithelium beginnt bei Erwachsenen an der Basis des Kehldeckels und den oberen Stimmbändern, nach *Rheiner* 2—3''' unter dem Kehlkopfseingang, ist mehrschichtig (Fig. 248) im Ganzen 0,024—0,04''' dick und kleidet mit Ausnahme der Stimmbänder, die nach der Entdeckung von *H. Rheiner*, die ich bestätigen kann, ein geschichtetes Pflasterepithelium besitzen, das auch als schmaler Streifen an den *Cart. arytenoideae* bis zum Schlundkopf sich erstreckt, den ganzen übrigen Kehlkopf aus. Die eigentlichen Flimmercylinder von 0,015—0,02''' Länge und 0,0025—0,004''' Breite im Mittel mit



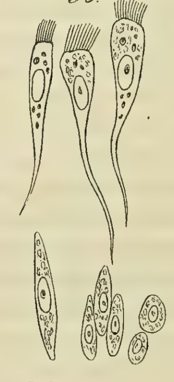


Fig. 248.

länglich runden Kernen von 0,003—0,0045''' und hie und da einigen Fettkörnchen, sind meist stark zugespitzt, häufig auch in einen dünnen Faden auslaufend, der so lang werden kann, dass die ganze Zelle 0,024—0,027''' Länge erhält. Die Flimmerhärchen, Wimperhaare, *Cilia vibratilia*, sind feine, helle, weiche Fortsätze der Zellen von 0,0016—0,0022''' Länge, die mit etwas breiterer Basis aus derselben hervorgehen und zugespitzt enden. Meist stehen dieselben eines dicht neben dem andern über die ganze Endfläche der Zellen, nach *Valentin* im Mittel zu 10—22, was mir eher zu wenig erscheint; seltener finden sie sich in geringerer Menge, ja selbst, wie angegeben wird, nur zu einem an einer Zelle. Man hat sich jedoch davor zu

Fig. 248. Flimmerepithelium von der *Trachea* des Menschen, 350mal vergr. *A.* Das Epithel *in situ*. *a.* äusserster Theil der elastischen Längsfasern, *b.* homogene äusserste Lage der *Mucosa*, *c.* tiefste runde Zellen, *d.* mittlere längliche, *e.* äusserste Flimmern tragende. *B.* Isolirte Zellen aus den verschiedenen Lagen.

hüten, verklebte Wimperhaare für einfache zu halten, wie dies namentlich bei Embryonen begegnen könnte. — In chemischer Bzeiehung stimmen die Zellen des Flimmerepitheliums durchaus mit denen der Cylinderepithelien überein und beobachtet man namentlich auch an ihnen das Sichabheben der Zellmembran durch Zusatz von Wasser. Die Flimmern sind noch zarter als die Zellmembranen, fallen bei etwelcher Maceration des Epithels sehr leicht ab und werden von fast allen Reagentien mehr oder weniger verändert und von vielen gleich zerstört, halten sich jedoch in Chromsäure ziemlich gut und werden, wie *Virchow* fand, wenn sie schon aufgehört haben zu schlagen durch verdünntes kaustisches Kali und Natron noch einmal vorübergehend zu energischer Thätigkeit gebracht. Die Flimmerbewegung geht beim Menschen in der *Trachea* von unten nach oben und ist manchmal 52, ja selbst 56 und 78 Stunden nach dem Tode noch wahrzunehmen *(Biermer, Gosselin)*. Von einer Desquamation zeigt sich normal an dem Flimmerepithel des Larynx und der Luftwege nichts. Es gehen wohl hie und da einzelne Flimmercylinder verloren und werden mit dem Schleim der Luftröhre nach aussen entleert, allein von einer ausgedehnteren Ablösung der flimmernden Zellen findet sich keine Spur. Selbst in Krankheiten der Respirationswege ist das Abfallen der Flimmerzellen keineswegs eine so gewöhnliche Erscheinung, wie Viele glauben, und kann man häufig unter puriformem Schleim, selbst unter croupösen Exsudaten das Epithel noch mehr oder weniger unversehrt finden. Die Art, wie abgefallene Flimmercylinder ersetzt werden, ist wohl einfach die, dass die tieferen Zellen durch Theilung sich vermehren und nachrücken und die äussersten wieder Flimmerhärchen erzeugen. Vielleicht theilen sich auch unter Umständen die langen Flimmerzellen in der Quere und bilden nach Abstossung des flimmernden Stückes ein neues Ende mit Wimperhaaren, eine Vermuthung, für welche die von *Valentin* und *Biermer* in den Respirationsorganen beobachteten Flimmerzellen mit 2 und 3 hintereinanderliegenden Kernen zu sprechen scheinen.

Die Kehlkopfschleimhaut enthält eine bedeutende Zahl von kleinen Drüschen, die alle in die Kategorie der traubenförmigen gehören und wie die der Mundhöhle, des Pharynx etc. rundliche Drüsenbläschen von 0,03—0,04''' mit einem Pflasterepithel und Ausführungsgänge mit Cylindern besitzen. Dieselben liegen theils zerstreut als kleine Drüschen von $^1/_{10}$—$^1/_2$''' an der hintern Fläche des Kehldeckels, wo sie häufig in selbst durchgehende Vertiefungen des Knorpels eingebettet sind, und in der Höhle des Kehlkopfes selbst, wo ihre nadelstichgrossen Oeffnungen mit blossem Auge leicht zu sehen sind, theils finden sie sich am Eingange des Kehlkopfes vor den Giessbeckenknorpeln in einer grösseren Masse beisammen, welche mit einem horizontalen Schenkel den oft sehr verkümmerten *Wrisberg*ischen Knorpel umhüllt, mit einem zweiten in die Höhle des Kehlkopfes hinabsteigt *(Glandulae arytaenoideae laterales)*. Auch auf dem *Arytaenoideus transversus* liegen Drüschen, und eine bedeutende Masse derselben zeigt sich aussen an den *Morgagni*'schen Ventrikeln, hinter und über den Taschenbändern. Das Secret dieser Drüsen ist, wie auch in der Mundhöhle, reiner Schleim ohne geformte Elemente.

Der Kehlkopf ist reich an Gefässen und Nerven. Die ersteren zeigen in der *Mucosa* dasselbe Verhalten wie im Pharynx und bilden schliesslich mit Capillaren von 0,003—0,004‴ ein oberflächliches Netz. Die Saugadern sind zahlreich und gehen zu den tieferen Halsdrüsen. Von den Nerven wissen wir durch *Bidder-Volkmann*, dass der mehr sensible *Laryngeus superior* vorwiegend feine, der vorwiegend motorische *inferior* mehr dicke Nervenfasern führt. Ihre Endigungen finden sich in den Muskeln, dem *Perichondrium* und besonders in der Schleimhaut, verhalten sich in der letztern wie beim *Pharynx* (s. S. 407) und besitzen an den Zweigen zum Kehldeckel auch mikroskopische Ganglien.

Die Drüsen des Kehlkopfs und der Luftwege überhaupt werden bei Catarrhen häufig verändert, so dass ihre Bläschen bis 0,08 selbst 0,15‴ messen und mit kleinen rundlichen Zellen erfüllt sind, die wohl den auf Schleimhautoberflächen sich bildenden Schleimkörperchen sich vergleichen lassen.

§. 177.

Die Luftröhre und ihre Aeste verbinden sich durch ein an schönen elastischen Fasern reiches Bindegewebe mit den benachbarten Theilen und werden zunächst von einem derben, elastisch fibrösen Gewebe umgeben, das die Knorpelhalbringe als Perichondrium überzieht, und unter einander verbindet, und als eine etwas dünnere Lage die hintere häutige Wand der betreffenden Canäle bekleidet. Auf diese Lage folgen vorn und seitlich die Knorpel, hinten eine Lage glatter Muskeln. Die erstern von ⅓—½‴ Dicke verhalten sich ganz wie die grösseren Kehlkopfsknorpel, haben jedoch keine Neigung zur Ossification. Dagegen sind die Muskeln von der Trachea an nicht mehr quergestreift und bilden eine unvollständige, nur an der hintern Wand der Canäle zu findende 0,3‴ dicke Lage von Querfasern und einzelne an der äussern Seite derselben befindlichen Längsbündel, deren Elemente von 0,03‴ Länge und 0,002—0,004‴ Breite zu kleinen Bündeln vereint sind, die mit zierlichen kleinen Sehnen von elastischem Gewebe, theils von den innern Flächen der Enden der Knorpelhalbringe, theils, die longitudinalen Bündel nämlich, von der äussern Faserhaut entspringen (siehe meine Mikr. Anat. II. 2. Fig. 277).

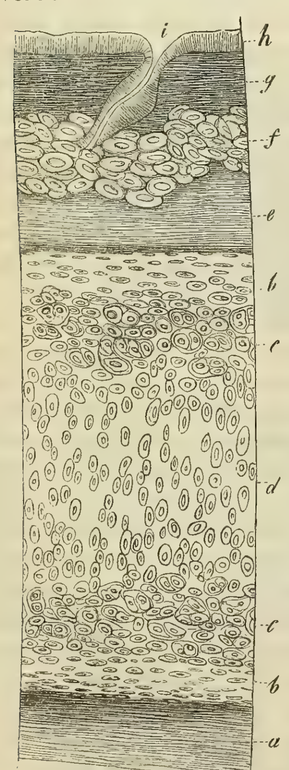


Fig. 249.

Fig. 249. Senkrechter Schnitt durch die vordere Wand der *Trachea* des Menschen, 45mal vergr. *a.* Faserhülle, *bcd.* Knorpel, *b.* äussere Lage mit platten Zellen, *d.* innere Lage mit länglichen Elementen, *e.* submucöses Bindegewebe, *f.* Theil einer Schleimdrüse, *g.* elastische Längsfaserschicht, *h.* Epithel, an dem die Flimmern nicht sichtbar sind, *i.* Drüsenmündung.

Nach innen von den Knorpeln und Muskeln, die gewissermaassen als Eine Lage zu betrachten sind, folgt eine etwa 0,12‴ starke Lage von mehr gewöhnlichem straffem Bindegewebe und dann die eigentliche Schleimhaut. Diese hat zwei Schichten, eine äussere bindegewebige, von 0,12‴ und eine innere gelbe von 0,09—0,1‴ fast rein elastische, deren bis 0,0015‴ betragende, netzförmig vereinte Fasern der Länge nach verlaufen und stellenweise, vor allem an der hintern Wand, in starken, oft unter spitzen Winkeln zusammenfliessenden platten Bündeln hervortreten. Der innerste Theil der elastischen Lage ist häufig, namentlich an der hinteren Wand, in einer Mächtigkeit von 0,024—0,03‴, wie im Larynx mehr bindegewebig mit feinen elastischen Fäserchen, lässt sich auch als ein dünnes Häutchen von der stärkeren elastischen Schicht abziehen und hat zu innerst immer eine mehr homogene Lage von 0,005‴. Auf dieser sitzt das Flimmerepithelium, das geschichtet ist, und in Nichts von dem des Larynx abweicht. — In der Schleimhaut finden sich viele Drüsen und zwar kleinere von $1/10$—$1/4$‴ besonders an der vorderen Wand in der Schleimhaut drin und unmittelbar nach aussen von der elastischen Lage und grössere von $1/4$—1‴ mehr an der hintern Wand nach aussen von den Muskeln und der ganzen Schleimhaut oder zwischen den Knorpeln. Im Bau weichen diese Drüsen nur insofern von denen des Larynx ab, als nur die grösseren derselben in den Drüsenbläschen das gewöhnliche Pflasterepithelium haben, die kleineren in der Schleimhaut selbst befindlichen dagegen, von denen einige höchst einfach, nur gabelig gespaltene Blindschläuche sind, in ihren 0,002—0,03‴ grossen, länglichrunden Drüsenbläschen ein ganz enges Lumen und dicke Wände von 0,006—0,01‴ besitzen, welche so zu sagen ganz auf Rechnung eines schönen Cylinderepithelium kommen.

Die Blutgefässe der Trachea sind sehr zahlreich und zeichnen sich in der Schleimhaut besonders dadurch aus, dass die grössern Zweige besonders der Länge nach verlaufen, während das oberflächliche, häufig über den elastischen Elementen dicht unter der homogenen Schicht befindliche Capillarnetz mehr rundlicheckige Maschen bildet. Lymphgefässe besitzt die Trachea in grosser Menge, doch sind ihre Anfänge nicht mit Sicherheit bekannt, indem das, was ich früher als solche beschrieb (Mikr. Anat. II. 2. p. 307) möglicherweise nur eigenthümlich veränderte Blutgefässe waren (siehe Mikr. Anat. II. 2. p. 526). Auch Nerven hat die Trachea viele und verhalten sich dieselben wie im Larynx.

§. 178.

Lungen. Die Lungen sind zwei grosse, zusammengesetzt traubige Drüsen, an denen 1) eine besondere seröse Hülle, die *Pleura*, 2) das secernirende Parenchym, bestehend aus den Verästelungen der zwei Bronchi mit ihren Endigungen, den Luftzellen und vielen Gefässen und Nerven, und 3) ein zwischen diesen Theilen befindliches und sie zu grösseren und kleineren Läppchen verbindendes interstitielles Gewebe zu unterscheiden sind.

Die Brustfelle, *Pleurae,* stimmen in ihrem Bau vollkommen mit dem *Peritonaeum* überein, sind wie dieses in ihrem äussern Blatte dicker und bestehen aus einem mit feinern oder gröbern elastischen Elementen reichlich versehenen Bindegewebe und einem Pflasterepithel, zu welchen Theilen an den Thoraxwänden, wie am äussern Theile des Herzbeutels noch eine mehr rein faserige Lamelle kommt. Gefässe sieht man noch am deutlichsten in der *Pleura pulmonalis*, wo sie, von den *Arteriae bronchiales* und *pulmonales* abstammend, im subserösen Gewebe sich ausbreiten, wogegen die parietalen Lamellen spärlicher von den *Intercostales* und *Mammariae* aus versorgt werden. Nerven mit schmalen und breiten Röhren fand *Luschka* und verfolgte dieselben in dem äussern Theile der Haut zum *Phrenicus* und dem Brusttheile des *Sympathicus.* Ich selbst sah beim Menschen auch in der *Pleura pulmonalis* im Begleit von Zweigen der Bronchialarterien Nerven bis zu 0,036''' Durchmesser mit mittelfeinen und starken Nervenröhren und hie und da eingestreuten grossen Ganglienkugeln, die aus den *Plexus pulmonalis* kamen und wohl besonders vom *Vagus* abgegeben wurden. — An den Rändern der Lungenflügel fand *Luschka* zottenartige Fortsätze der *Pleura*, ähnlich denen in Synovialkapseln, hie und da mit Gefässen und selbst Nervenfädchen.

§. 179.

Luftgefässe und Luftzellen. Wenn der *Bronchus dexter* und *sinister* an die Lungenwurzel gelangt sind, so beginnen sie nach Art der Ausführungsgänge einer grösseren Drüse, z. B. der Leber, sich zu verästeln, indem sie meist dichotomisch und unter spitzen Winkeln in immer kleinere Zweige sich theilen, zugleich aber auch von Seiten der grösseren und mittleren Aeste viele kleine Luftgefässe unter rechtem Winkel abgeben, die, wie die Enden der Hauptramification, büschelförmig sich zertheilen. So entsteht schliesslich ein äusserst reicher Baum von Luftgefässen, dessen feinste, nirgends anastomosirenden Enden durch die ganze Lunge sich erstrecken und überall an der Oberfläche wie im Innern zu finden sind. Mit denselben stehen dann die letzten Elemente der Luftwege, die Luftzellen oder Lungenbläschen *(Vesiculae s. cellulae aëreae s. Malpighianae, alveoli pulmonum, Rossignol),* in Verbindung, doch nicht so, wie man früher glaubte, dass jedes feinste Bronchialästchen terminal in ein einziges Bläschen ausgeht, sondern indem dieselben immer mit einer ganzen Gruppe von Bläschen sich vereinen. Diese Bläschengruppen entsprechen den kleinsten Läppchen traubenförmiger Drüsen und es ist daher nicht die geringste Nöthigung vorhanden, dieselben mit einem andern Namen zu bezeichnen, wie *Rossignol*, der sie *Infundibula* nennt, wenn auch zuzugeben ist, dass ihr Bau in Manchem eigenthümlich sich verhält. Während nämlich in andern Drüsen die Drüsenbläschen, wenn sie auch nicht so isolirt für sich bestehen, wie man bisher angenommen hat, doch eine gewisse Selbständigkeit haben, sind die ihnen entsprechenden Elemente in den Lungen, die Luftzellen, in bedeutendem Grade untereinander verschmolzen, so dass alle einem Läppchen angehörigen Bläschen nicht in Abzweigungen des zu demselben tretenden feinsten Bron-



Fig. 250.

chialästchens, sondern in einem gemeinsamen Hohlraum einmünden, aus dem dann erst das Luftgefäss sich entwickelt. Von diesem Verhalten überzeugt man sich am leichtesten, wenn man an einer aufgeblasenen und getrockneten Lunge in verschiedenen Richtungen Durchschnitte sich bereitet, oder ein mit gefärbter Harzmasse injicirtes Präparat in Salzsäure corrodirt. An solchen Präparaten findet man nie endständige oder sonst gestielte und für sich ausmündende Luftzellen, vielmehr öffnen sich dieselben immer so ineinander und verschmelzen so, dass sie zusammen einen meist birnförmigen Schlauch mit buchtigen Wänden bilden. Diese Schläuche, die eben die feinsten Lungenläppchen oder die Trichter von *Rossignol* sind, hat man sich jedoch nicht so zu denken, als ob ein Sack an den Wänden mit dichtstehenden einfachen Zellen oder Alveolen besetzt wäre, vielmehr finden sich diese immer gruppenweise so gelagert, dass manche nicht direct in den grösseren Raum, sondern zuerst in andere Alveolen und erst durch diese ausmünden. Am besten wird man von dem ganzen Verhalten sich eine Anschauung verschaffen, wenn man sich jedes Lungenläppchen als eine Amphibienlunge im Kleinen denkt, oder wenn man sich vorstellt, dass die Aussenseite der sich erweiternden Bronchienenden mit vielen traubenförmigen Bläschengruppen, deren Elemente alle ineinander und in das gemeine *Cavum* ausmünden, dicht besetzt sei. So aufgefasst, weicht dann der Bau der Lunge nicht im geringsten erheblich von dem anderer traubenförmiger Drüsen mehr ab, nur dass in ihr, wenigstens beim Erwachsenen, eine theilweise Verschmelzung der Drüsenbläschen oder Luftzellen eines Läppchens stattgefunden zu haben scheint, indem man, wie *Adriani* mit Recht meldet, die Scheidewände zwischen denselben hie und da durchbrochen und auf isolirte Balken reducirt findet. Die aus den feinsten Läppchen durch einfache Verschmälerung hervorgehenden kleinsten Luftgefässe von 0,1—0,16‴ sind anfangs noch von einfachen Luftzellen, welche man parietale nennen kann, besetzt und haben daher zuerst buchtige Wände, die aber bald sich verlieren und dem gewöhnlichen glatten Aussehen derselben Platz machen, das dann auch weiterhin bleibt. — Die Grösse der Luftzellen variirt sehr bedeutend selbst in einer gesunden Lunge und beträgt im Tode beim Mangel jeder Ausdehnung durch Luft $1/6$, $1/10$—$1/18$‴. Vermöge seiner Elasticität ist aber jedes Luftbläschen im Stande, sich um das Doppelte und Dreifache zu erweitern, ohne zu reissen und nachher wiederum in seinen früheren Zustand zurückzukehren. Man wird nicht irren, wenn man annimmt, dass im Leben, bei mittlerer Fül-

Fig. 250. Zwei kleine Lungenläppchen *aa.* mit den Luftzellen *bb.* und den feinsten Bronchialästen *cc.* an denen ebenfalls noch Luftzellen sitzen. Von einem Neugebornen. 25mal vergr. Halb schematische Figur.

lung der Lunge, die Luftbläschen mindestens um ⅓ weiter sind, als wir sie im Tode finden, und dass bei möglichst tiefer Inspiration die Ausdehnung vielleicht das Doppelte davon erreicht. Im Emphysem sind solche Erweiterungen und noch viel bedeutendere permanent und führen auch schliesslich zum Zerreissen der Wände der einem Läppchen angehörenden Alveolen, ja selbst zum Zusammenfliessen der Läppchen selbst. — Die Form der Alveolen ist an einer frischen zusammengefallenen Lunge meist rundlich oder länglichrund, an einer aufgeblasenen oder injicirten, in Folge der gegenseitigen Abplattung rundlich-eckig; ohne Ausnahme polygonal sind die Luftzellen der Lungenoberfläche, d e auch immer nahezu ebene Aussenseiten haben.

Der gelappte Bau der Lunge ist beim Erwachsenen lange nicht so deutlich, wie bei jüngeren Individuen und bei Thieren. Es ist daher anzurathen, zuerst eine Kinderlunge auf diese Verhältnisse zu untersuchen. Hier findet man die einzelnen Läppchen noch alle deutlich durch Bindegewebe von einander getrennt und isolirbar, und ist so im Stande, sich von der ziemlich regelmässig pyramidalen Form der oberflächlichen unter denselben und der mehr unregelmässigen der innern zu überzeugen. Beim Erwachsenen sind diese feinsten Läppchen, deren Grösse ¼, ½—1‴ beträgt, auch noch vorhanden, aber so innig verschmolzen, dass man selbst an der Oberfläche der Lungen ihre Umrisse nur mit Mühe und unvollständig erkennt und im Innern des Organes mehr ein gleichartiges Gefüge, etwa wie in der Leber, vor sich zu haben glaubt. Dagegen sind secundäre Läppchen von ¼—½—1″ (Läppchen der Autoren) auch beim Erwachsenen meist deutlich, um so eher, weil hier ihre Grenzen meist durch Pigmentstreifen bezeichnet sind, die mit der Zeit in das sie zusammenhaltende interlobuläre Bindegewebe sich abgesetzt haben, und diese vereinen sich dann schliesslich durch ein reichlicheres interstitielles Gewebe zu den grossen bekannten Lappen. So besteht die Lunge durch und durch aus grössern und kleinern Abtheilungen von Luftzellen und kleinsten Bronchien, und darnach zerfallen auch die grössern Luftgefässe in gewisse bestimmte Gruppen, von denen jede nur mit einer der erstern in Verbindung steht.

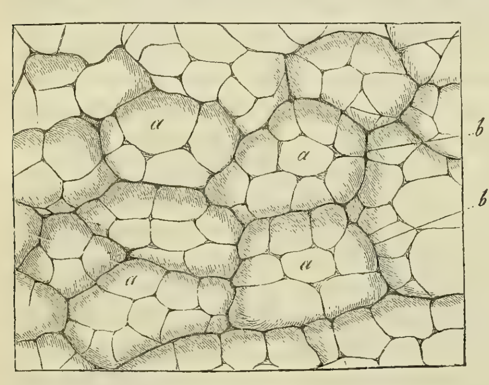


Fig. 251.

§. 180.

Der feinere Bau der Bronchien und Luftzellen ist folgender. Die Bronchien sind im Allgemeinen wie die Luftröhre und ihre Aeste zusam-

Fig. 251. Aeussere Oberfläche der Lunge einer Kuh, deren Luftzellen mit Wachs injicirt wurden, 30mal vergr., nach *Harting; aaa.* Luftzellen. *bb.* Grenze der kleinsten Läppchen oder *Infundibula (Rossignol).*

mengesetzt, jedoch ergeben sich schon von Anfang an einige Verschiedenheiten, die im weitern Verlauf immer mehr zunehmen. Am füglichsten unterscheidet man an ihnen zwei Häute, eine Faserhaut, zum Theil auch mit Knorpeln, und eine Schleimhaut mit einer glatten Muskellage. Die erstere, aus Bindegewebe und elastischen Fäserchen gebildet, ist anfangs noch stark wie an den Bronchi, verfeinert sich aber nach und nach immer mehr, ist an Bronchien unter $1/2'''$ kaum noch mit dem Messer nachzuweisen, und fliesst endlich an den Endigungen derselben mit der Schleimhaut und dem lockern Bindegewebe, das die Bronchien mit dem Lungenparenchym vereint, in eins zusammen. In dieser Hülle sitzen die Knorpel der Bronchien, die hier statt Halbringen unregelmässige, auf den ganzen Umfang der Röhren vertheilte, eckige Plättchen sind, die, anfangs noch gross und dicht stehend, bald weiter auseinander an die Abgangsstellen von Aesten rücken und immer kleiner werden, bis sie schliesslich an Bronchien unter $1/2'''$ in der Regel sich verlieren (*Gerlach* will sie noch an solchen von $1/10'''$ gesehen haben). Der Bau dieser nicht selten röthlichen Knorpel ist anfangs genau der, wie an den Trachealringen, an den kleineren und kleinsten verschwinden die Differenzen zwischen oberflächlichen und tiefern Zellen und wird das Gewebe durch und durch gleichartig, mehr so wie das Innere an den grössern Knorpeln. Die Muskeln treten von den grössten Bronchien an als ringsherumgehende platte Bündel auf, die, mit Ausnahme von ganz alten Leuten, wo grössere und kleinere Zwischenräume zwischen denselben sich befinden, auch eine ganz vollständige Lage bilden und da sie noch an Aestchen von $1/10$—$1/12'''$ beobachtet wurden, wahrscheinlich bis an die Lungenläppchen sich finden. Mit den Muskeln innig verbunden ist die Schleimhaut, die anfänglich noch dieselbe Dicke hat, wie in der Trachea, allmählich aber sich verfeinert, so dass Bronchien unter $1/2'''$ nur noch eine ganz dünne Gesammtwand haben. Dieselbe besteht überall äusserlich aus elastischen Längsfasern, deren Bündel der innern Fläche der Bronchien das characteristische, längsstreifige Ansehn geben und auch eine mehr oder minder deutliche Längsfaltung der Schleimhaut bedingen, zweitens aus einer homogenen Schicht von 0,002—0,003''', und drittens dem Flimmerepithelium, das in grössern Bronchien bis zu solchen von 1''' noch deutlich mehrschichtig ist, nach und nach aber bis zu einer einzigen Schicht von Flimmerzellen von 0,006''' Länge sich reducirt (Fig. 13. p. 46). — Die Bronchien haben anfänglich auch noch und zwar zahlreiche traubenförmige Drüsen, die jedoch an Canälen von 1—1 $1/2'''$ sich verlieren, doch will *Remak* dieselben noch in den Wänden der feinsten Bronchien kurz vor ihrem Uebergang in Lungenbläschen gesehen haben (Unters. z. Entw. p. 115).

An den Lungenbläschen kann ich nur noch zwei Lagen annehmen, und zwar eine Faserhaut und ein Epithel. Die erste ist offenbar die sehr verfeinerte Schleimhaut und Faserlage der Bronchien, ermangelt der glatten Muskeln ganz und besteht aus einer homogenen bindegewebigen Grundlage sammt elastischen Fasern und vielen Gefässen. Die elastischen Fasern von 0,0005—0,002''' treten vor Allem in Form einzelner Balken und Streifen auf, welche besonders an den Kanten der im ausgedehnten Zustande abge-

platteten Luftzellen, sowie um die Mündungen derselben herum verlaufen, von allen Seiten mit einander anastomosiren und so einen festeren Rahmen bilden, zwischen dem die weicheren, die Blutgefässe tragenden, mehr bindegewebigen Theile der Luftalveolen ausgespannt sind. Der Bau dieser elastischen Balken, die da, wo die Lungenbläschen zusammenstossen, gegenseitig verschmelzen, so dass die Grenzen der einzelnen Bläschen meist nicht zu erkennen sind, ist fast überall der eines möglichst dichten elastischen Netzes, dessen Maschenräume nur noch als ganz enge Spalten erscheinen; doch sind hie und da die Fasern auch lockerer vereint, so dass man deutlich erkennt, dass man gewöhnliche elastische Elemente vor sich hat. Auch gehen von den Balken aus überall spärlichere, zum Theil sehr feine elastische Fasern in die übrigen Wände der Lungenbläschen hinein und vereinen sich in denselben zu einem weiten Netz. — Das Bindegewebe der Luftzellen, das als ganz homogenes erscheint, tritt vor der Menge elastischer Elemente und Gefässe ganz zurück und kommt so zu sagen nur in den Wänden der Alveolen zwischen den elastischen Balken als Verbindungssubstanz der zahlreichen Capillaren zum Vorschein.

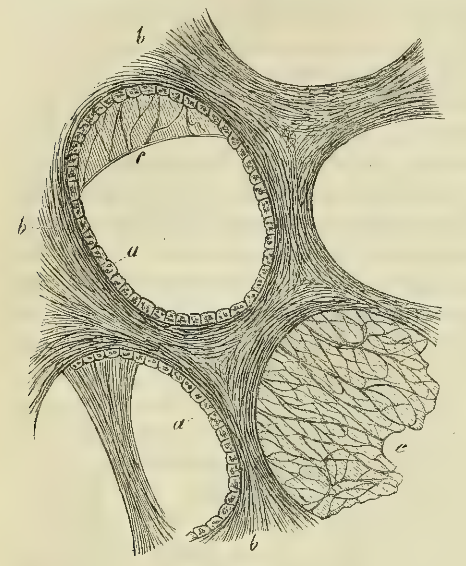


Fig. 252.

Das Epithelium der Lungenbläschen ist ein gewöhnliches Pflasterepithelium ohne Wimpern, das mit polygonalen, blasskörnigen, in pathologischen Fällen fetthaltigen Zellen von 0,005 — 0,007‴ Durchmesser und 0,003 — 0,004‴ Dicke in einfacher Lage unmittelbar auf der Faserhaut der Luftbläschen aufsitzt. Eine regelmässige Ablösung dieses Epithels ist so wenig als bei dem der Trachea und der Bronchien anzunehmen, dagegen können allerdings mehr zufällig oder dann in Krankheiten der Luftwege einzelne Elemente desselben dem Bronchialschleime sich beimengen. Beim Menschen fallen diese Zellen ungemein leicht ab und liegen dann frei in den Luftbläschen und feinsten Bronchien, doch kann man fast in jeder Lunge, wenigstens in einzelnen Alveolen, dieselben noch *in situ* sehen und bei eben getödteten Thieren bietet die Beobachtung der Lagerung derselben nicht die geringsten Schwierigkeiten dar.

Das interlobuläre Bindegewebe der Lunge, das selbst zwischen den secundären Läppchen spärlich und zwischen den primären in verschwin-

Fig. 252. Ein Lungenbläschen des Menschen mit Theilen der angrenzenden Bläschen, 350mal vergr. *a.* Epithel. *b.* Elastische Balken. *c.* Zartere Wände zwischen den Balken mit feineren elastischen Fasern.

dend geringer Menge enthalten ist, besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe mit feinen elastischen Fasern und enthält beim Erwachsenen eine grössere oder geringere Menge schwärzlichen Pigments in Form von unregelmässigen kleinen Körnern und Körnerhaufen, auch von Crystallen, welche so zu sagen nie in Zellen eingeschlossen sind. Auch die Wandungen der Alveolen selbst enthalten sehr häufig dieses Pigment, das, wenn es in geringer Menge und regelmässig abgelagert ist, die Contouren der secundären Läppchen sehr schön und nicht selten auch die der primären theilweise hervortreten lässt.

Die Existenz eines Epithels in den Lungenbläschen wurde in neuester Zeit von *Rainey* bezweifelt, dem auch *Mandl* (Anat. micr. II, p. 327) und *Ecker* beistimmten, wogegen *Radclyffe Hall* und *Brittan* bei Reptilien, Säugethieren und beim Menschen dasselbe beobachteten, ebenso *Black* (Monthly Journ. 1853, p. 2) und *Williams* beim Menschen.

§. 181.

Gefässe und Nerven der Lungen. Die Lungen stehen durch ihre Blutgefässe einzig in ihrer Art da, indem sie zwei grösstentheils gesonderte vollständige Gefässsysteme haben, das der Bronchialgefässe zur Ernährung gewisser ihrer Theile und das der Lungengefässe zur Vollziehung ihrer eigenthümlichen Function. Die Aeste der *Arteria pulmonalis* folgen so ziemlich den meist unter und hinter ihnen liegenden Bronchien, mit dem Unterschiede, dass sie häufiger dichotomisch sich spalten und daher schneller an Durchmesser abnehmen. Schliesslich gelangt zu jedem secundären Lungenläppchen ein Zweig, der dann, im Allgemeinen entsprechend der Zahl der kleinsten Läppchen, in noch feinere Zweige sich spaltet und die einzelnen Luftbläschen versieht. Der Verlauf dieser feinsten Lobulararterien, wie man sie nennen kann, ist an injicirten aufgeblasenen und getrockneten Präparaten sehr leicht zu verfolgen, und ergibt sich, dass dieselben, indem sie zwischen dem die Läppchen *(Infundibula)* vereinenden Gewebe hinziehen, nicht nur Ein Läppchen, sondern immer zwei oder selbst drei derselben mit feineren Zweigen versehen. Diese dringen von aussen an und zwischen die Luftbläschen, theilen sich, indem sie in den stärkeren elastischen Balken derselben verlaufen, noch mehrfach, anastomosiren auch hie und da, jedoch nicht regelmässig untereinander oder mit Zweigen anderer Lobulararterien, und lösen sich zuzuletzt in das Capillarnetz der Lungenbläschen auf. Dieses ist eines der engsten Netze, die es nur gibt, beim Menschen nach einem feuchten

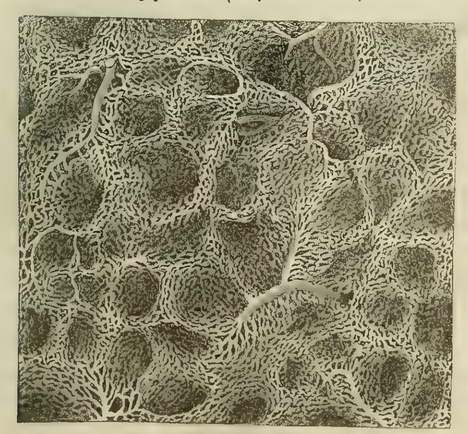


Fig. 253.

Fig. 253. Capillarnetz der Lungenbläschen des Menschen, 60mal vergr.

Präparate bestimmt, mit rundlichen oder länglichrunden Maschen von 0,002—0,008''' und Gefässchen von 0,003—0,005''', das in der Wand der Lungenbläschen, ungefähr 0,001''' vom Epithelium entfernt, mitten durch das Fasergewebe derselben verläuft und nicht nur über alle Alveolen eines kleinsten Läppchens continuirlich sich erstreckt, sondern auch, wenigstens bei Erwachsenen, theilweise mit denen benachbarter Läppchen im Zusammenhang steht. Die Lungenvenen entstehen aus dem eben erwähnten Capillarnetz mit Wurzeln, die, oberflächlicher als die Arterien, mehr äusserlich an den kleinsten Läppchen liegen, dann für sich zwischen denselben in die Tiefe verlaufen und mit andern Lobularvenen zu grössern Stämmchen sich vereinen, die zum Theil mit den Arterien und Bronchien, zum Theil mehr isolirt für sich durch das Lungenparenchym ziehen.

Die Ausbreitung der Bronchialarterien findet sich an den grössern Bronchien, deren Gefässe wie in der Trachea sich verhalten, dann an den Lungenvenen und Arterien, von denen namentlich die letzteren ein äusserst reichliches Gefässnetz besitzen, das bis zu Aestchen von $\frac{1}{3}$''' und darunter sich verfolgen lässt, endlich in der *Pleura pulmonalis*, für die die Aestchen zum Theil schon am *Hilus* und in den Einschnitten zwischen den Hauptlappen abgehen, zum Theil auch von den die Bronchien begleitenden Gefässen aus zwischen den secundären Läppchen hervorkommen. Uebrigens geben auch an den Lungenbändern kleine Gefässe zur *Pleura*, die nicht von den *Art. bronchiales* herkommen.

Die Lymphgefässe der Lunge sind sehr zahlreich. Die oberflächlichen verlaufen im subserösen Bindegewebe in den Zwischenräumen der grösseren und kleineren Läppchen und bilden ein oberflächliches feineres und ein tieferes gröberes winkliges Netz, das die gesammte Lungenoberfläche überzieht und einerseits durch besondere oberflächliche, mit den Blutgefässen der Pleura verlaufenden Stämmchen nach der Lungenwurzel sich entleert, andrerseits durch viele zwischen den Läppchen in die Tiefe tretende Stämmchen in die tieferen Gefässe einmündet. Diese entstehen von den Wänden der Bronchien und Blutgefässe, namentlich denen der *Arteriae pulmonales*, und verlaufen mit diesen Canälen durch die Lungensubstanz und durch einige kleine Lymphdrüsen, *Glandulae pulmonales*, nach der Lungenwurzel, um sich schliesslich mit den grössern *Gl. bronchiales* in Verbindung zu setzen.

Die Nerven der Lungen stammen vom *Vagus* und *Sympathicus*, bilden den schwächeren *Plexus pulmonalis anterior* und den stärkeren *Pl. posterior* und verbreiten sich vorzüglich mit den Bronchien und der *Arteria pulmonalis*, begleiten aber auch hie und da die Lungenvenen und die *Vasa bronchialia*. Dieselben sind auch im Innern der Lunge mit mikroskopischen Ganglien versehen und lassen sich bis nahe an die Enden der Bronchien verfolgen.

Es ist sehr bemerkenswerth, dass ausser den Luftbläschen auch noch einige andere Theile der Lunge von den *Vasa pulmonalia* versorgt werden und zwar die Lungenoberfläche und die feineren Bronchien. Erstere anlangend, so sieht man schon an nicht injicirten Lungen an verschiedenen Orten kleine Aestchen der *Art. pulmonalis* an die Oberfläche der Lungen treten und unter der *Pleura* sich verästeln. Schon Reisseisen (p. 17) beschreibt diese Gefässe und bildet sie recht hübsch ab (Tab. IV. V) und

neulich hat *Adriani* dieselben an injicirten Lungen verfolgt und gibt an, dass sie stark gewunden und häufig anastomosirend dahinziehen, jedoch bedeutend dicker sind und weitere Netze bilden, als die der Alveolen. Das Blut dieser Netze wird einerseits durch oberflächliche Wurzeln der Lungenvenen, andrerseits durch Anastomosen mit der Ausbreitung der *Vasa bronchialia* in der *Pleura pulmonalis* abgeführt. Dass die Lungenarterie auch die Bronchien zum Theil versieht, hat schon *Arnold* (Anat. II, 171) angegeben und *Adriani* verdanken wir genauere Aufschlüsse über diesen interessanten Gegenstand. Nach demselben betheiligen sich an der Bildung des Capillarnetzes an der Oberfläche der Bronchien, das durch die langgestreckte Form seiner Maschen sich auszeichnet und fast so enge Gefässe hat wie die Luftzellen (beim Menschen von 0,004—0,006‴), vorzüglich die Lungenarterie und Lungenvene, während die Bronchialgefässe besonders die Muskelhaut und Faserhaut dieser Canäle versorgen. Begreiflicherweise stehen auch hier die zwei Gefässsysteme in einer gewissen Verbindung und es haben daher die Aelteren, wie *Haller*, *Sömmerring* und *Reisseisen*, die von einer Verbindung der beiderlei Gefässsysteme der Lunge reden, ganz recht. Nach *Adriani* und *Rossignol* lassen sich von den *Venae pulmonales* aus die *Arteriae* und *Venae bronchiales* und von den Bronchialarterien umgekehrt die Lungenvenen injiciren, nicht aber von den Lungenarterien aus die Bronchialgefässe.

Gestützt auf diese Thatsachen wird man auch den feinsten Bronchien eine Betheiligung am Gasaustausch zuschreiben dürfen, jedoch wegen der schon etwas grösseren Dicke ihres Epithels und dem etwas weiteren Capillarnetz eine geringere als den Lungenbläschen. — Hier kann auch noch an die Erweiterung der Bronchialarterien und Ausdehnung ihres Verbreitungsbezirkes bei Störung der Circulation in der Lungenarterie erinnert werden (vergl. *Virchow* in seinem Archiv III. 3. S. 456), in welchen Fällen die Bronchialarterien manchmal Aeste der Lungenarterien ganz ersetzen und zu respiratorischen Gefässen werden, Verhältnisse, die aus dem Vorkommen zahlreicher normaler Anastomosen zwischen den beiderlei Gefässsystemen nicht unschwer sich erklären. In neuester Zeit behauptet *Beau*, dass die Lungenarterien die Schleimhaut aller Bronchien bis zur Trachea herauf versorge.

§. 182.

Entwickelung der Lungen. Die Lungen erscheinen bei Säugethieren etwas nach der Leber, als zwei hohle dicht beisammensitzende und bald mit einem gemeinschaftlichen Stiel, der Anlage von Larynx und Trachea, versehene Ausstülpungen der vorderen Schlundwand, an deren Zusammensetzung das Epithelialrohr und die Faserhaut des Darmes in gleicher Weise sich betheiligen. In weiterer Entwickelung sprosst aus den Enden der beiden ursprünglichen Ausstülpungen ein immer reicherer Baum von Ausläufern hervor, die ganz verschieden von dem, was bei den meisten andern Drüsen zu beobachten ist, von ihrer ersten Bildung an immer hohl sind und im 6. Monate aus ihren stets kolbig erweiterten Enden die Lungenbläschen entwickeln. Bei diesem Wachsthum der Drüsenelemente dehnt sich die innere Epitheliallage durch selbständige Vermehrung (wahrscheinlich durch Theilung) ihrer cylindrischen Zellen aus, während zugleich die sie umgebende Faserlage ebenfalls für sich fortwuchert und zuletzt zu den Faserhäuten der Bronchien und Luftbläschen sammt den Gefässen und Nerven sich gestaltet. — Im 2. Monate sind bei menschlichen Embryonen die grossen Lungenlappen schon gebildet und daneben noch kleinere Abschnitte von 0,16‴, von den erweiterten Enden der schon bedeutend ramificirten Bronchien herrührend, zu erkennen. Im weitern Verlaufe werden mit der Vermehrung der Bronchialverästelung diese

Drüsenkörner, wie ich sie nannte (*Ecker*, *Icon. phys. Tab. X. Fig. 7*), immer zahlreicher, und schliesslich treten dieselben im 5. Monate auch zu kleineren Läppchen von 0,24—0,48‴ zusammen, von denen wahrscheinlich jedes aus einem Drüsenkorn oder Bronchialende des 2. Monates hervorgegangen ist. Die 0,08—0,012‴ grossen Drüsenkörner dieser, den secundären Lappen der spätern Lungen entsprechenden Läppchen gestalten sich dann schliesslich jedes durch noch weitere Sprossenbildung zu einem primären Läppchen, welche mit Lungenbläschen von 0,025—0,03‴ im 6. Monate zuerst deutlich sichtbar werden, jedoch bis zur Geburt noch beständig neue Alveolen ansetzen (siehe m. Mikr. Anat. II. 2. p. 323). Bei Neugebornen messen die secundären Läppchen 2, 3—4‴ und die Alveolen vor der Füllung mit Luft 0,03‴, nach dem ersten Athmen 0,03—0,04—0,06‴; die letztern scheinen schon in derselben Zahl vorhanden zu sein wie bei Erwachsenen und die weitere Vergrösserung der Lungen nur durch Ausdehnung aller Theile vor sich zu gehen.

Die Untersuchung der Lungen bietet eigentlich nur in Einem Punkte Schwierigkeiten dar, nämlich wenn es sich um das Verhältniss der Lungenzellen zu den Bronchialenden handelt, hier sind dieselben aber auch ganz bedeutend. An frischen Präparaten sieht man, dass die Lungenzellen vielfach communiciren und auf jeden Fall nicht nur endständig an den Bronchienenden sitzen. Will man das Verhältniss ganz erforschen, so sind aufgeblasene und getrocknete Lungen (es ist besser, an einer aufgeblasenen Lunge ein Ende abzuschnüren und für sich zu trocknen) oder Corrosionspräparate oder mit ungefärbter Masse (Wachs und Terpentin) injicirte Lungen am zweckmässigsten und wird man an diesen nach einer Reihe von Untersuchungen zu einem bestimmten Ziele kommen. Vor der Injection der Bronchien muss man die Luft durch die Luftpumpe ausziehen, wozu man auch, jedoch weniger passend, eine gut schliessende Spritze verwenden kann. Die Injection der Blutgefässe gelingt leicht und sind feucht aufbewahrte, theils mit undurchsichtiger Masse, theils, nach dem Vorgange von *Schröder* und *Harting*, mit durchsichtigen Substanzen (Berlinerblau z. B.) injicirte Präparate getrockneten vorzuziehen. — Die Lungenbläschen und Bronchien, der *Larynx* und die *Trachea* sind leicht zu erforschen. Epithelien der Lungenbläschen erhält man bei jedem Schnitte durch die Lunge in Menge isolirt, ebenso Flimmerzellen. Will man die Alveolen studiren, so hat man vorher die Luft sorgfältig zu entfernen. Am schönsten sind dieselben beim Menschen, bei dem auch die übrigen Theile alle, wie Knorpel, elastische Elemente, Muskeln, Drüsen, leicht zugängig sind.

Literatur der Lungen. *M. Malpighi*, *De pulmonibus epistolae II ad Borellum. Bonon.* 1661; *F. D. Reisseisen*, Ueber den Bau der Lungen, eine gekrönte Preisschrift. Berlin 1822; *J. Moleschott*, *De Malpighianis pulmonum vesiculis*, *Heidelb.* 1845, *Diss.* und: Ueber die letzten Endigungen der feinsten Bronchien in den holländischen Beiträgen, I. S. 7; *Rossignol*, *Recherches sur la structure intime du poumon. Brux.* 1846; *A. Adriani*, *De subtiliori pulmonum structura. Trajecti ad Rhen.* 1847, *Diss.*; *H. Cramer*, *De penitiori pulmonum hominis structura*, *Berol.* 1847, *Diss.*; *Köstlin*, Zur normalen und patholog. Anatomie der Lungen, in Gries. Arch. 1848, Heft IV. p. 292 und 1849, Heft II. p. 167; *E. Schultz*, *Disquisitiones de structura et textura canalium aëriferorum*, *c. tab. Dorpati Liv.* 1850, *Diss.*; *Rheiner*, Die Ausbreit. der Epithelien im Kehlkopf, in Würzb. Verh. III; Beitr. z. Histol. des Kehlkopfes. Würzburg 1852. Diss.; *Beale*, *On the blood-vessels of the lungs*, in *Monthly Journ.* 1852. *p.* 454; *A. Ecker*, *Icon. phys. Tab. X. XI*; *G Rainey*, *On the epithelium of the aircells*, in *Brit. and for. med.-chir. Review Oct.* 1855. *p.* 491; *F. Williams*, *Epithelium of the aircells*, *Med. Tim. and Gaz.* 1855. *p.* 361; *A. Biermer*, Die Lehre vom Auswurf, Würzburg 1855; *C. Radclyffe Hall*, *On the epithelium of the air vesicles of the human lung*, in *Brit. a. for. med.-chir. Review July* 1857.

Von der Schilddrüse.

§. 183.

Die Schilddrüse, *Glandula thyreoidea*, ist eine sogenannte Drüse ohne Ausführungsgang, die in ihrer äussern Erscheinung in Manchem an die traubenförmigen Drüsen erinnert, indem ihre $^1/_{50}$—$^1/_{20}$''' grossen runden geschlossenen Drüsenbläschen durch ein faseriges *Stroma* zu rundlichen oder länglichen, oft leicht polygonalen Läppchen von $^1/_4$—$^1/_2$''' Grösse, den Drüsenkörnern der Autoren, zusammengefasst werden und diese wiederum zu grössern, jedoch nicht vollständig getrennten Lappen sich vereinen. Aus diesen gehen dann die Hauptabtheilungen des Organes hervor, welche ebenfalls besondere und zwar stärkere Hüllen haben, mit denen zuletzt eine das ganze Organ umschliessende Faserhaut zusammenhängt.

§. 184.

Bezüglich auf den feineren Bau, so ist von dem Fasergewebe oder dem *Stroma* der Schilddrüse nicht viel zu sagen, indem dasselbe aus gewöhnlichen, sich durchflechtenden Bindegewebsbündeln untermengt mit feinen elastischen Fasern besteht, und an der Oberfläche auch eine gewisse Menge von Fettzellen enthält. Die Drüsenbläschen selbst verhalten sich in Bezug auf ihre Zusammensetzung beim Menschen so verschiedenartig, dass sich nicht leicht sagen lässt, was eigentlich das Normale ist. Nach dem, was ich gesehen und auch bei Thieren beobachtet habe, muss ich mich dahin aussprechen, dass dieselben, analog den wirklichen Drüsenbläschen, z. B. der Schleimdrüsen, aus einer *Membrana propria*, einem Epithel und einem flüssigen Inhalt bestehen. Die Membran ist ganz homogen, hell und zart, von 0,0008''' und tritt, wie alle solchen Häute, durch kaustische Alkalien, in denen sie aufquillt, deutlicher hervor. An ihrer inneren Seite sitzt in einfacher Schicht ein Epithel aus polygonalen, feinkörnigen, hellen Zellen von 0,004 — 0,006''' mit einfachen Kernen, während der von diesen Zellen umgebene Hohlraum von einer klaren, leicht ins Gelbliche spielenden und etwas zähen Flüssigkeit erfüllt wird, deren Verhalten gegen Alkohol und Salpetersäure und beim Kochen der Drüse die Gegenwart von viel Eiweiss klar darthut. So sieht man den Inhalt bei

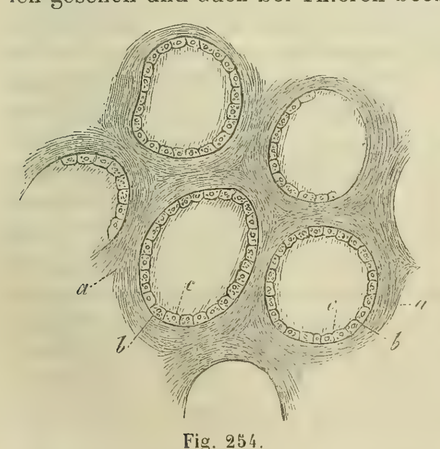


Fig. 254.

Fig. 254. Einige Drüsenblasen aus der Schilddrüse eines Kindes, 250mal vergr. *a*. Bindegewebe zwischen denselben. *b* Membran der Drüsenblasen. *c*. Epithel derselben.

gesunden Schilddrüsen des Menschen, namentlich auch bei Kindern, ist jedoch das Organ etwas verändert, so treten in manchen Beziehungen andere Verhältnisse auf. Sehr häufig findet man statt eines regelmässigen Epithels nichts als eine mit kleinen helleren oder dunkleren Körnchen und freien Kernen gemengte Flüssigkeit, doch weiss ich nicht, ob diese Beschaffenheit des Inhalts nicht eher als erst im Tode entstanden, denn als abnorm anzusehen ist. Man trifft nämlich so häufig in der granulirten Flüssigkeit eine grössere oder geringere Zahl derselben Zellen, die sonst als Epithelium sich finden, oft erblasst und wie halb in Auflösung begriffen, dass man sich des Gedankens nicht erwehren kann, dass es sich in diesen Fällen nur um eine der beim Menschen so häufig zu beobachtenden Zersetzungen der Theile nach dem Tode handle. Dagegen kann die pathologische Natur der unter dem Namen Colloid bekannten Veränderungen der Schilddrüse und ihrer Blasen nicht bezweifelt werden, wenn auch dieselbe in gewissen geringeren Graden so häufig ist, dass manche Autoren sie zu den physiologischen Vorkommnissen zählen. Bei dieser Degeneration entwickelt sich in den zugleich sich vergrössernden Drüsenblasen die auch anderwärts vorkommende colloide Substanz in durchsichtigen amorphen, leicht gelblichen, festweichen Massen, welche dieselben mehr oder weniger erfüllen. Bei den geringeren Graden dieser Veränderung sind die Bläschen nur wenig vergrössert, bis 0,05‴, auf Durchschnitten wie durchsichtige, gelbweisse Flecken oder Körner erscheinend, die *Ecker* passend mit gekochten Sagokörnern vergleicht und sonst von gewöhnlichem Bau. In höheren Graden wandeln sich die colloidhaltigen Bläschen in grössere Cysten von $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{2}$‴ um, in denen das Epithel selten mehr deutlich ist, wohl aber neben dem abnormen Inhalt noch rundliche blasse, mit Colloid gefüllte oder granulirte Zellen und Kerne sich finden können; diese Cysten verdrängen das *Stroma* und fliessen endlich unter theilweiser Resorption der Wandungen in noch grössere sinuöse Cavitäten zusammen, deren Inhalt dann häufig noch durch Extravasate und ihre Metamorphosen verschiedentlich verändert wird. — Auch bei Säugethieren und Vögeln enthält die *Thyreoidea* hie und da von Colloid leicht ausgedehnte Drüsenblasen.

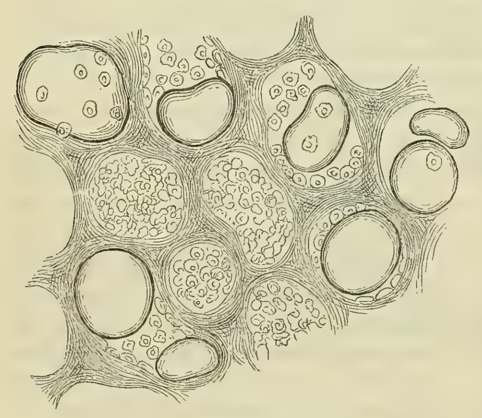


Fig. 255.

Die Blutgefässe der Schilddrüse sind bekanntermaassen unverhältnissmässig zahlreich, zeigen jedoch in ihren gröberen Verästelungen nichts Bemerkenswerthes. Jedes Drüsenläppchen bekommt einige kleinere Arterien, die, in untergeordnete Zweige sich auflösend, im *Stroma* zwischen den Drüsen-

Fig. 255. Drüsenblasen der Thyreoidea mit Colloid, 50mal vergr.

bläschen sich verbreiten und schliesslich um jedes derselben herum ein zierliches Capillarnetz, ähnlich dem der Lungenbläschen, nur weitmaschiger, mit rundlicheckigen und länglichen Maschen von 0,008—0,0016''' und Gefässen von 0,003—0,005''' bilden, aus dem dann die Venen hervorgehen, die im weiteren Verlauf nur zum Theil an die Arterien sich halten und an Menge dieselben noch übertreffen. Auch Saugadern kommen in beträchtlicher Zahl von der Schilddrüse, doch ist ihr Verhalten im Innern unbekannt. Die spärlichen Nerven endlich sind nur Gefässnerven und stammen vom Halstheile des *Sympathicus*.

Kohlrausch erklärt irriger Weise die Zellen des Epithels der Drüsenblasen für sich entwickelnde Blutkörperchen (!). Die Colloidmassen sah er als weiche blasse Kugeln auftreten, die er Proteide nennt.

Ecker theilt die *Struma*, die bei weitem häufigste Degeneration der *Thyreoidea* in eine *vasculosa* und *glandulosa*. In der letzteren gehen die oben schon geschilderten Veränderungen der Drüsenbläschen vor sich, während im Gefässkropf, den *Rokitansky* nicht als besondere Form ansieht, ausser einem hyperämischen Zustand viele aneurysmatische Erweiterungen kleiner Gefässe meist von 0,030—0,040''', die *Ecker* für Arterien und gröbere Capillaren hält, gefunden werden. Durch das Bersten solcher Erweiterungen entstehen dann apoplektische Cysten verschiedener Grösse, die sich auf das mannigfachste verändern können, indem das Blut diese oder jene Veränderungen eingeht, neue Ergüsse und auch Exsudationen dazu kommen, auch normales Gewebe in sie hineingezogen wird. Sehr häufig fand auch *Ecker* beim Gefässkropf eine Verkalkung der Gefässe, in der Weise, dass in die Wände der kleineren und kleinsten, erweiterten oder normalen Gefässe viele Kalkkörnchen eingesprengt waren, so dass sie ganz weiss erschienen, und in den höchsten Graden obliterirten und zu Concretionen wurden. Eine Hypertrophie der *Thyreoidea* durch Vermehrung der normalen Drüsenelemente nimmt *Rokitansky* bei einer gewissen Kropfform an, in der Weise, dass theils selbstständig, theils in vergrösserten Drüsenblasen, in Wucherungen der Wandungen derselben nach innen, neue Drüsenblasen entstehen.

Nach *Remak* entwickelt sich die Schilddrüse durch Abschnürung eines Theiles der vorderen Schlundwand, und Zerfällung desselben in zwei Hälften. Bei einem menschlichen Embryo aus dem 3. Monat fand ich die Schilddrüse schon aus isolirten Bläschen von 0,016—0,05''' gebildet, die aus einer homogenen Hülle und rundlicheckigen Zellen im Innern bestanden, und glaube ich gesehen zu haben, dass diese Follikel durch Treiben von rundlichen Sprossen und Abschnürung derselben sich vervielfältigen. Ist dem wirklich so, so darf vielleicht die ganze Bildungsgeschichte der *Thyreoidea* als eine fortgesetzte Wucherung und Theilung der Drüsenfollikel, von welcher das von *Remak* beobachtete Zerfallen der ersten blasigen Anlage derselben nur die erste Phase wäre, angesehen werden. Hiermit wäre dann auch eine gewisse Aehnlichkeit mit der Thymus hergestellt, nur dass bei dieser sowohl die Sprossen der ersten Anlage, als auch die späteren sich nicht lösen, sondern alle verbunden bleiben. Die Thyreoidealfollikel wären demzufolge keine vergrösserten Zellen, noch weniger metamorphosirte Kerne (*Rokitansky*), sondern hätten den Werth wirklicher Drüsenfollikel.

Bei Untersuchung der Drüsenbläschen der Schilddrüse hat man vor Allem an Thiere, besonders Vögel und Amphibien und an Kinder sich zu halten, und eignen sich mit dem Doppelmesser erhaltene Segmente oder solche erhärteter Drüsen am besten, um die Blasen in ihren Theilen und in ihrem Verhalten zu einander zu studiren, doch gelangt man auch durch feine Präparation und Zerzupfen der Theile zum Ziele. Injectionen gelingen bei Kindern sehr leicht und sehr vollkommen und zeigen an Segmenten von der Oberfläche die Netze um die Bläschen am besten.

Literatur der Schilddrüse. *Schwager-Bardeleben*, *Obs. micr. de glandularum ductu excret. carentium struct. Berol.* 1841, *Diss.*; *Panagiotides* und *K. Wage-*

ner, Einige Beobachtungen über die Schilddrüse, in Fror. N. Not. Bd. XL. p. 193, und *Panagiotides*, *de glandul. thyreoideae structura penitiori. Diss. Berol.* 1847; *A, Ecker*, Versuch einer Anatomie der primitiven Formen des Kropfes etc., in *Henle* und *Pfeuffer's* Zeitschr. f. rat. Med. VI. Bd. S. 123 und Artikel: Blutgefässdrüsen, in *Wagn.* Handw. d. Phys. III.; *Rokitansky*, in Zeitschrift d. Wiener Aerzte, 1847, und: Zur Anatomie des Kropfes, in Denkschriften der kaiserl. Akad. zu Wien, Bd. 1. Wien 1849; *E R. le Gendre*, *De la thyroide, thése, Paris* 1852; *Kohlrausch*, Beitr. z. Kenntn. d. Schilddrüse, in *Müll. Arch.* 1853, p. 142.

Von der Thymus.

§. 185.

Die innere Brustdrüse, *Thymus*, ebenfalls eine sogenannte Blutgefässdrüse, ist ein paariges längliches, nach unten breites, abgeplattetes Organ, das durch ein lockeres Bindegewebe umhüllt und mit den benachbarten Theilen verbunden wird. Sehr deutlich sind an demselben schon bei oberflächlicher Betrachtung grössere Lappen von 2—5‴ mittlerer Grösse und rundlicher, länglichrunder oder birnförmiger, jedoch meist abgeplatteter Gestalt, die, obschon ziemlich dicht aneinander gelegen, doch nur durch nachgiebiges Bindegewebe sich vereinen und ohne Schwierigkeit sich trennen lassen. Verfolgt man diese Lappen von aussen nach innen, so ergibt sich leicht, dass dieselben zwar untereinander nicht zusammenhängen, jedoch alle ohne Ausnahme durch einen dünneren Theil mit einem Canale sich verbinden, der im Allgemeinen spiralig gewunden, jedoch nicht ganz regelmäsig durch das Innere der Drüse verläuft. Oeffnet man diesen normal ½—1½‴ weiten Gang, so findet man an seiner innern Fläche eine grosse Zahl von länglichrunden oder spaltenförmigen Oeffnungen, welche jede in ein Läppchen führen und einer in derselben befindlichen Cavität den Ausgang geben. Die Aehnlichkeit dieses Thymuscanales und der in ihn sich öffnenden, eines dicht am andern an demselben ansitzenden Läppchen mit dem Ausführungsgang und den *Lobuli* einer wirklichen Drüse wird dadurch noch vermehrt, dass die Läppchen aus kleinern ebenfalls hohlen Unterabtheilungen, und diese aus rundlichen, ⅕—⅓‴ grossen Körpern wie Drüsenbläschen, den Drüsenkörnern (Beeren, *Acini*, der Autoren) der *Thymus* bestehen, welche schon von aussen an den Läppchen zu erkennen sind und wegen ihrer polygonalen Gestalt der Oberfläche derselben ein zierliches mosaikartiges Aussehen geben, das an das der Lungen erinnert. Es sind jedoch diese Drüsenkörner keine Bläschen etwa wie die Luftzellen, die ihnen unter den Elementen der ächten Drüsen an Grösse noch am nächsten kommen, sondern solide Körper, die gegen die Höhlung des Läppchens oder seiner Nebenhöhlen innig zusammenhängen, nach aussen dagegen von einander gesondert sind. Man kann sich jedes Läppchen auch als eine dickwandige mit Ausbuchtungen versehene Blase denken, deren innere Oberfläche eben und ungetheilt ist, während die äussere durch mehr oder weniger tief eindringende Einschnitte in die erwähnten Drüsenkörner gesondert wird.

Von dem eben beschriebenen Verhalten findet sich in manchen Fällen eine Abweichung in der Weise, dass statt eines engen, die Höhlungen der

Drüsenläppchen aufnehmenden Canales, jede *Thymus* eine grössere, ½—1″ breite, jedoch enge Höhle enthält, mit welcher die Drüsenläppchen durch grössere spaltenförmige Oeffnungen communiciren. Manche Anatomen, und unter den neueren namentlich *A. Cooper*, betrachten die Anwesenheit dieser Cavität als normal, während andere, *Simon* an der Spitze, dieselbe als durch die Untersuchungsmethode (Injectionen, Einblasen von Luft) erzeugt zu betrachten geneigt sind. Ich für mich muss *Simon* recht geben, wenn er behauptet, dass bei einem so zarten Gebilde, wie die *Thymus*, das Injiciren oder Aufblasen, wenn nicht mit der grössten Vorsicht gehandhabt, zu Irrthümern führen muss, und bin auch für mich überzeugt, dass viele der beobachteten „*reservoirs*" in der *Thymus* nur künstlich gemachte waren, allein nichts destoweniger bin ich der Ansicht, dass es wirklich *Thymus* gibt, die im Leben eine grössere centrale Höhle enthalten, indem ich eine solche, durch die ganze *Thymus* oder nur durch einzelne Abschnitte derselben sich erstreckend, auch in Fällen wahrgenommen habe, wo keinerlei Präparation oder Injection vorausgegangen war. Ich halte das Vorkommen eines engeren centralen Canales für das ursprüngliche und gewöhnliche, glaube aber, dass derselbe in gewissen Fällen bei reichlicher Bildung des Secretes sich ausdehnen und schliesslich zu einem grossen Cavum sich gestalten kann.

Fig. 256.



Fig. 257.

Ueber den Bau der *Thymus* hat *Jendrassik* in einer verdienstvollen Arbeit die nicht stichhaltige Ansicht vorgetragen, dass dieselbe ursprünglich aus isolirten Läppchen bestehe, welche nur nachträglich in gewissen Fällen so verschmelzen, dass ein zusammenhängendes System von Höhlen entsteht. Ich erlaube mir *Jendrassik* an die *Thymus* der Säuger zu verweisen, bei denen er nicht unschwer von der Existens eines Centralcanales, in der Art wie ich denselben abgebildet (Mikr. Anat. II. 2. Fig. 294) sich überzeugen wird, so wie an die Entwickelung des Organes, wie sie von *Simon* und mir ermittelt wurde, zu erinnern, aus welcher die Bildung desselben von einer einzigen

Fig. 256. Ein Stückchen der Thymus des Kalbes entfaltet. *a*. Hauptcanal. *b*. Drüsenläppchen. *c*. Drüsenkörner vereinzelt am Hauptcanale aufsitzend. Nat. Grösse.

Fig. 257. Menschliche Thymushälfte mit einer grossen Höhle im untern breiten Theil und vielen in die Läppchen führenden Oeffnungen.

Anlage aus hervorgeht, so dass mithin das Vorkommen einer das ganze umgebenden zarten Hülle von mehr homogenem Bindegewebe durchaus nichts Befremdendes hat, wie *J.* meint. Nach *J.* gibt es bei Kindern auch Thymusdrüsen, die keine Spur einer Höhle oder eines Canales haben, was nicht auffallend ist, da die embryonale *Thymus* offenbar keine freien Höhlungen besitzt, jedoch nicht berechtigt, wie *Friedleben*, diese Höhlungen zu läugnen, welcher Autor übrigens wie *J.* die Läppchen des *Thymus* als isolirte, jedoch mit Saft erfüllte Bildungen ansieht. Da jede Kalbsthymus den Centralcanal der *Thymus* und die Verbindungen der Läppchen mit demselben deutlich zeigt, so wäre es nun doch einmal an der Zeit, diese Streitfrage fallen zu lassen.

§. 186.

Feinerer Bau der *Thymus*. Entfernt man an einem Läppchen das umhüllende Gewebe, das aus gewöhnlichem Bindegewebe mit feinen elastischen Fasern, häufig auch mit eingestreuten Fettzellen besteht, so kommt die äussere, entsprechend den einzelnen Drüsenkörnern eingeschnittene Oberfläche desselben zum Vorschein. Hier zeigt sich nun bei starken Vergrösserungen eine schon von *Simon* ganz richtig beschriebene, sehr dünne (von 0,0005—0,001'''), undeutlich streifige oder fast homogene Membran, welche einem ganzen Läppchen, ja selbst der ganzen Drüse continuirlich angehört und mit der Wand der Follikel der *Peyer*'schen Haufen, der Tonsillen etc. in eine Linie zu stellen ist. Innerhalb dieser Hülle, zwischen ihr und dem Cavum des Läppchens, liegt eine grauweisse, weiche, zarte Masse, von $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{3}$''' Dicke, die mikroskopisch untersucht aus nichts als aus freien Kernen und kleinen Zellen zu bestehen scheint und desswegen auch von allen bisherigen Beobachtern übereinstimmend als Secret der vermeintlichen Drüsenbläschen angesehen wurde. Allein diese Masse lässt sich nicht wegspülen, wie es der Fall sein müsste, wenn sie locker in dem von der zarten Hülle umgebenen Raume drin läge, vielmehr zeigt dieselbe eine bedeutende Zähigkeit und Resistenz. Untersucht man dieselbe genauer, so ergibt sich nach und nach, dass noch andere Elemente zum Theil ganz unerwarteter Art in die Zusammensetzung derselben eingehen, nämlich Blutgefässe und dann auch eine geringere Menge einer faserigen, bindegewebeartigen Sub-

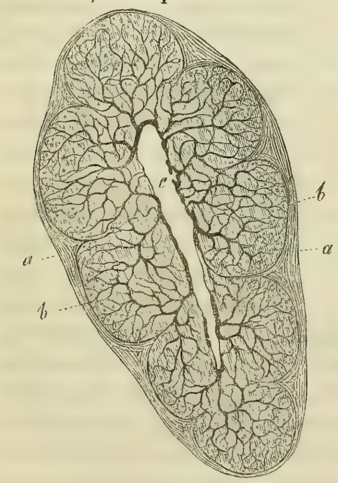


Fig. 258.

Fig. 258. Querschnitt durch die Spitze eines injicirten Läppchens einer kindlichen Thymus, 30mal vergr. *a.* Hülle des Läppchens. *b.* Membran der Drüsenkörner. *c.* Höhle des Läppchens, von der aus die grösseren Gefässe in die Körner sich verästeln und an der Oberfläche derselben zum Theil mit Schlingen enden.

stanz, so dass ein Bau, nicht unähnlich dem des Inhalts der *Peyer*'schen Follikel, zu Tage kommt.

Von den Elementen der Wandungen der Thymusläppchen bilden die bläschenförmigen nebst einer geringen Menge einer sie vereinenden Flüssigkeit die Hauptmasse. Unter denselben sind freie Kerne immer in grösster Anzahl vorhanden, von 0,002—0,005‴ Grösse, runder, leicht abgeplatteter Gestalt und homogenem, klarem, in Natron und Essigsäure körnig sich trübendem Inhalt mit oder ohne *Nucleolus*. Zweitens fehlen, wie ich mit *Ecker* gegen *Simon* finde, womit auch *Jendrassik* übereinstimmt, auch Zellen nie, sind jedoch in sehr verschiedener Grösse von 0,004—0,01‴ und, wenn auch verschieden zahlreich, doch immer viel spärlicher als die Kerne. Ihre Kerne sind meist einfach und deutlich und der Inhalt blass oder mit einzelnen Fettkörnchen oder, und dies will *Ecker* nach vollendeter Ausbildung des Organes gesehen haben, ohne Kern und mit Fett ganz gefüllt. Mitten durch diese Elemente nun verlaufen in zahlreicher Menge Blutgefässe stärkerer und feinerer Art. Die aussen und dicht an der centralen Höhle in der Längsrichtung des Organs verlaufenden Hauptgefässe geben nämlich eine grosse Zahl von Aesten an die centrale Höhle ab, welche, die Wandung derselben durchbohrend, an ihre innere Oberfläche gelangen und hier in einem zarten bindegewebigen, dieselbe deckenden Häutchen zierlich sich verästeln, anastomosiren und auch mässig enge Capillarnetze bilden. Von diesem arteriellen Netze aus ziehen sich dann überall da, wo die Läppchen einmünden, zahlreiche Gefässe in dieselben hinein, verlaufen in den innersten Theilen der dicken Begrenzungswand derselben weiter und ramificiren sich dann nach aussen in die einzelnen Drüsenkörner, so dass sie ein dieselben ganz erfüllendes Capillarnetz mit Gefässen von 0,003—0,005‴ und Maschen von 0,01—0,02‴ bilden (Fig. 258), aus welchem Netze dann zahlreiche Venen entspringen, die alle gegen die Höhlungen der Läppchen zu streben, an deren Wand, sowie an derjenigen des centralen Raumes die grösseren ausführenden Blutgefässe liegen. Die feinere Ausbreitung dieser Gefässe liegt beim Menschen so sehr im Innern der Drüsenkörner, dass, auch wenn dieselben aufs Vollständigste aufgegangen sind, kein einziges Gefäss an der äussern Seite der structurlosen Umhüllungshaut derselben sich findet, vielmehr alle dicht an derselben mit Schlingen enden. Ausser diesen Blutgefässen, die neulich auch *Bruch* gesehen hat, scheint nun noch etwas weniges Bindegewebe in die Bildung der dicken Wandungen der Drüsenläppchen einzugehen, wenigstens findet man in den innersten Theilen derselben, da wo die grössern Gefässe liegen, oft ziemlich deutlich eine Membran als Trägerin derselben, analog derjenigen, die die centrale Cavität auskleidet. In andern Fällen, und besonders auch bei Thieren, ist jedoch eine solche innere Begrenzungshaut nicht nachzuweisen und sind die Höhlungen der Läppchen unmittelbar von der die Gefässe vereinenden Körnermasse, zwischen der nur einzelne zarte Faserzüge zum Vorschein kommen, begrenzt. In keinem Falle findet sich ein die Höhlungen begrenzendes Epithel und ist daher die Vergleichung der innersten Theile der Wand derselben mit einer Schleimhaut unstatthaft.

Der gemeinschaftliche Hohlraum oder Centralcanal der *Thy-*

mus hat denselben Bau wie die Läppchen, nur dass aussen an demselben eine stärkere Faserlage und innen eine minder dicke Körnerschicht mit eher stärkern Gefässen sich befindet. Derselbe enthält in einer in voller Entwickelung befindlichen *Thymus* ebenso wie alle Nebenhöhlen eine grauweisse oder milchige, schwach sauer reagirende Flüssigkeit oft in grosser Menge, in der neben einem hellen eiweissreichen Safte viele Kerne, einzelne Zellen und unter gewissen Umständen auch concentrische Körper (siehe unten) enthalten sind. Die Lymphgefässe der *Thymus* sind zahlreich und Nerven lassen sich an den Arterien derselben mit Leichtigkeit nachweisen, jedoch nicht bis zu ihren Endigungen verfolgen.

Jendrassik hat die von mir im Innern der Drüsenkörner der *Thymus* beschriebenen Gefässe bestätigt, weicht jedoch in einigen Punkten ab, namentlich darin, dass er die Arterien gleich nach ihrem Eindringen in die Drüsenkörner von aussen her in die Capillaren sich auflösen lässt und alle oder die meisten an der Wand der Höhlungen liegenden Gefässe für Venen erklärt. Ich will gern glauben, dass er für gewisse Aeste der Arterien Recht hat. Meine Beschreibung stützt sich auf ein von den Arterien aus injicirtes vortreffliches Präparat, in dem möglicher Weise auch Venen aufgegangen waren, und will ich nicht behaupten, dass alle von mir gezeichneten Gefässe Arterien sind, dagegen kann ich dafür einstehen, dass solche auch von Innen nach Aussen in die Drüsenkörner treten. — *J.* beschreibt auch aussen auf diesen Körnern ein Capillarnetz, welches wohl mit den von *Gerlach* und mir erwähnten äussern Gefässen identisch ist. *Friedleben* hat keine Gefässe im Innern der Drüsenkörner gefunden (l. c. p. 266), was nicht gerade zu Gunsten seiner Untersuchung des feineren Baues des Organes spricht. Mit Bezug auf das Blut der *Thymus* hat *Friedleben* eine Beobachtung von *Restelli* ans Tageslicht gezogen und bestätigt, der zufolge das Blut der *Venae thymicae* in grosser Menge die Formelemente des Thymussaftes enthalten soll.

Ausser den oben geschilderten normalen Elementen finden sich besonders zur Zeit der Involution des Organes noch eigenthümliche runde Gebilde, die ich mit *Ecker* concentrische Körper der *Thymus* nennen will. Dieselben erscheinen in sehr verschiedenen Formen, die sich jedoch, wie mir scheint, füglich auf zwei reduciren lassen, nämlich 1) auf einfache, von 0,006—0,01''' Grösse, mit einer dicken, concentrisch gestreiften Hülle und einer körnigen, bald wie ein Kern, bald wie eine Zelle erscheinenden Masse im Innern, und 2) zusammengesetzte bis zu 0,04, selbst 0,08'' Grösse, die aus mehreren einfachen, von einer gemeinsamen, ebenfalls geschichteten Hülle umgebenen Körpern bestehen. Mir scheinen diese Gebilde, die *Hassall* und *Virchow* zuerst erwähnt, *Ecker* und *Bruch* weiter verfolgt haben, nicht durch directe Metamorphosen der Kerne und Zellen in der Wandung der Drüsenläppchen, sondern durch successive Umlagerung einer amorphen Substanz um dieselben zu entstehen und mithin in ihrer Bildungsweise den Prostatasteinen analog zu sein. Der geschichtete Theil derselben besteht aus einer in Alkalien bedeutend resistenten, sicher nicht fettigen Substanz, die an die colloide Substanz und die Substanz der Prostatasteine sich anschliesst und wahrscheinlich durch Umwandlung des Eiweisses in den Drüsenwänden sich bildet. In gewissen Fällen scheint die geschichtete Masse aus platten Zellen zn bestehen, so dass das Ganze den pathologisch geschichteten Epidermiskörpern ähnlich würde. Der Sitz dieser concentrischen Körper ist ausser dem Thymussecret, vorzüglich der innerste Theil der Drüsenwandungen, wo die stärkeren Gefässe derselben sich befinden. Neu aber nicht bestechend ist die Aufstellung von *Friedleben*, nach welcher die concentrischen Körper losgelöste, der regressiven Metamorphose anheimgefallene Drüsenblasen sein sollen (!).

§. 187.

Entwickelung der *Thymus*. Nach *Remak* entsteht die *Thymus* des Hühnchens dadurch, dass die von dem Darmepithel bekleideten Ränder der

zwei letzten (dritten und vierten) Kiemenspalten sich abschnüren und zur Zeit, wo die drei letzten Aortenbogen von den Schlundwänden sich ablösen, diesen folgen und als zwei längliche Säckchen jederseits zwischen dieselben zu liegen kommen.

In den frühesten bei Säugethieren gesehenen Zuständen bei 1″ langen Rindsembryonen stellt die Drüse nach *Bischoff* zwei zarte Blastemstreifen dar, die vom Kehlkopf bis gegen die Brust herablaufen und oben mit der Schilddrüse zusammenzuhängen scheinen. Aehnlich beschreibt *Simon* die *Thymus* bei ¾—1½″ langen Rinds- und Schweineembryonen, nur meldet er nichts von einer Verbindung mit der *Thyreoidea* und schildert den Strang als eine von einer zarten structurlosen Haut begrenzte und mit Kernen und einer körnigen Masse gefüllte Röhre, die in der Weise sich weiter entwickelte, dass sie, stärker und länger werdend, zuerst einfache und dann immer weiter sich verzweigende Sprossen trieb. So fanden sich bei ½—3″ langen Kalbsembryonen schon warzenförmige und kugelrunde, zum Theil selbst kurz gestielte Auswüchse, welche dann später an Zahl zunahmen und jeder zuerst in zwei und vier und dann successive in noch mehr kugelige Körper auswuchsen, bis schliesslich die Läppchen gebildet waren. Demnach würde der primitive Schlauch zum centralen Strange der *Thymus* und jeder Auswuchs desselben mit der Zeit zu einem ganzen Läppchen des Organes sich gestalten. — Beim Menschen sah ich die *Thymus* in der 7. Woche am untern Ende schon gelappt, am obern einfach. Bei einem 10 Wochen alten Embryo war das obere Ende eine zartwandige mit polygonalen Zellen gefüllte Röhre von 0,04—0,06‴, an deren unterem 0,16‴ dicken Theile einzelne rundliche, zum Theil isolirte, zum Theil gruppenweise zu 2—5 beisammen stehende Auswüchse von 0,02—0,03‴ sich fanden. Der dickere untere Drüsentheil war ganz mit weiter entwickelten Läppchen von 0,08—0,1‴ besetzt, an denen wiederum einfachere Drüsenkörner jedes mit structurloser Haut und Zellen im Innern zu sehen waren. In der 12. Woche fand ich die *Thymus* nicht viel grösser, aber die Hörner breiter und wie das übrige Organ mit Läppchen von 0,12—0,24‴ besetzt. — Diesem zufolge kann, obschon die ersten Stadien beim Menschen noch nicht gesehen sind, doch kein Zweifel darüber bestehen, dass dieselbe ebenso, wie es *Simon* bei Säugethieren gesehen hat, sich entwickelt.

Die spätere Entwickelung der *Thymus* bietet noch einige interessante Verhältnisse dar. Beim Embryo wächst sie vom 3. Monate an langsam fort, reicht im 6. Monate bis zur Schilddrüse und enthält von 7. Monate an auch schon einen weisslichen Saft. Nach der Geburt steht sie nicht stille, wie man früher geglaubt hat, sondern wächst in der Regel bis ins 2. Jahr, und zwar anfangs noch sehr bedeutend fort. Von da an steht sie stille, bleibt aber meist noch längere Zeit unverändert bestehen, bis sie schliesslich atrophirt und endlich vergeht. Der Zeitpunkt, in dem diese letzten Veränderungen vor sich gehen, ist ein sehr verschiedener. *Simon* setzt den Anfang der Atrophie ins 8. bis 12. Jahr, was ich meinen Erfahrungen zufolge mit *Ecker* nicht für allgemein gültig ansehen kann, indem man häufig bis in die 20ge Jahre die *Thymus* wohlgenährt, strotzend von Flüssigkeit, ohne Fettmetamorphose und mit demselben Bau wie bei Kindern findet. Die Zeit des gänzlichen Verschwin-

dens ist noch schwerer anzugeben und kann für dasselbe kein bestimmtes Alter bezeichnet werden, obschon allerdings nach dem 40. Jahre die *Thymus* in der Regel nicht mehr gefunden wird. Das Schwinden kommt durch allmähliche Resorption unter gleichzeitiger Entwickelung von Fett in den Drüsenkörnern und von Fettzellen im interlobulären Bindegewebe zu Stande. Zugleich mehren sich auch die concentrischen Körper immer mehr und schliesslich entwickelt sich nach *Ecker* selbst Bindegewebe in den Läppchen, womit dann der Drüsenbau gänzlich verloren geht. (Man vgl. auch *Friedleben's* genaue Bestimmungen l. c. p. 24, die jedoch für den Erwachsenen nicht zahlreich genug sind).

Fassen wir Alles über die Entwickelung der *Thymus* ermittelte zusammen, so ist dieselbe ursprünglich ein solider aus Zellen gebildeter Strang mit einer zarten Umhüllungsmembran. Lässt man denselben unter fortgesetzter Zellenvermehrung sich verlängern und verdicken und seitlich knospenartige Wucherungen treiben, so erhält man schliesslich einen mit vielen Lappen besetzten gewundenen centralen Strang. In diesem so weiter entwickelten Organe können dann durch Veränderungen einzelner Zellen Gefässe und Fasern entstehen, während ein anderer Theil durch Verflüssigung Höhlen bildet und ein dritter in Form von Zellen und Kernen als eigentliches Parenchym liegen bleibt. — Bei dieser Auffassung wird es begreiflich, dass Höhlen und Parenchym so sehr verschiedene Beziehungen zu einander zeigen, ferner, dass die Höhlen keine scharf begrenzten Wandungen besitzen. Die Kerne des Organes sind wahrscheinlich die Abkömmlinge derer der embryonalen Zellen, die durch fortgesetzte Theilungen sich vermehrten und ist wohl auch hier kein zwingender Grund vorhanden, eine freie Bildung derselben zu statuiren. Die isolirten, von mir an dem Centralcanale der Kalbsthymus aufgefundenen Follikel, so wie kleine von *Jendrassik* gesehene Nebenthymus des Menschen, betrachte ich als secundär abgeschnürte Theile, doch folgt aus dem Vorkommen solcher Theile noch lange nicht, dass alle Thymusläppchen ganz isolirte Bildungen sind.

Vergleicht man die *Thymus* mit andern Organen, so bieten sich, wie ich zuerst auf Grund genauerer mikroskopischer Untersuchungen es ausgesprochen habe, worin mir dann später *Leydig* und *Jendrassik* beistimmten, vor allem die Lymphdrüsen und verwandten Bildungen dar, doch kann, wie sich von selbst ergibt, von einer vollkommenen Uebereinstimmung nicht die Rede sein. Sollte das Thymusparenchym mit den Höhlen der Blutgefässe communiciren *(Friedleben)*, was mir nicht glaublich erscheint, so läge dann die Vergleichung mit der Milz am nächsten. Auf jeden Fall kann für einmal, wie die Sachen liegen, aus den anatomischen Thatsachen noch kein bestimmter Schluss auf die Function des Organs gezogen werden. —

Die Untersuchung der *Thymus* ist nicht leicht. Ich empfehle vor allem gekochte Präparate, die schon an und für sich sehr gut zur Untersuchung des Zusammenhanges der Lappen mit dem Centralcanale und der Höhlungen in den Läppchen sich eignen und durch Erhärten in Spiritus auch zu feinen Schnitten passend werden. Ausserdem ist das Erhärten frischer Präparate in Spiritus, Holzessig, Chromsäure und das Kochen derselben in Essig anzurathen. Auch die *Thymus* kleiner Säuger, die an den Rändern membranartig ist, eignet sich für eine übersichtliche Erkenntniss gut. Ausserdem sind aber vor Allem Injectionen der menschlichen *Thymus* unumgänglich nöthig, ohne welche kein vollkommener Aufschluss zu erhalten ist.

Literatur der Thymus. *S. C. Lucae*, Anat. Untersuchung d. Thymus im Menschen und i. Thieren, Frankf. a. M. 1811 u. 12, 4. u. Anat. Bemerk. über die Divertikel am Darm u. die Höhlen der *Thymus*, Nürnberg 1813, 4; *F. C. Haugsted, Thymi in hom. et per ser. anim. descr., Hafn.* 1832. 8; *A. Cooper, Anatomy of the thymus gland. Lond.* 1832. 4.; *. Simon, A. physiological essay on the thymus gland. Lond.* 1845. 4.; *Ecker*,

Art.: Blutgefässdrüsen, in *Wagner's* Handw. der Phys. III. und *Icon. phys. Tab. VI; Restelli, De thymo, obs. anat.-phys.-path. Ticini Regii* 1845; *Günsburg*, Ueb. d. geschichtl. Körper der *Thymus* in Zeitschr. f. klin. Med. VI. p. 456; *A. E. Jendrássik*, Unt. üb. d. Bau d. Thymusdrüse in Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1856. Oct.; *A. Friedleben*, Die Physiol. der Thymusdrüse, Frankfurt 1858.

Von den Harnorganen.

§. 188.

Die Harnorgane bestehen aus den beiden Nieren, zwei wahren Drüsen von röhrenförmigem Bau, welche den Harn bereiten, und aus den ableitenden Harnwegen, dem Harnleiter, der Harnblase und der Harnröhre.

§. 189.

An den Nieren unterscheidet man die Hüllen und das secernirende Parenchym. Zu den erstern gehört die sogenannte Fettkapsel, *Capsula adiposa*, ein an Fettzellen sehr reiches, lockeres Bindegewebe, das weniger den Namen einer besondern Haut verdient, und dann die Faserhaut, *Tunica propria s. albuginea*, eine weissliche, aus gewöhnlichem Bindegewebe und vielen feinen elastischen Netzen gebildete, dünne, aber feste Hülle, die die Niere eng umschliesst und am *Hilus* ohne in das Innere des Organes sich fortzusetzen, an die Nierenkelche und die Gefässe sich anlegt, jedoch auch hier noch theilweise an der hier zu Tage tretenden Rindensubstanz das Parenchym dicht umgibt.

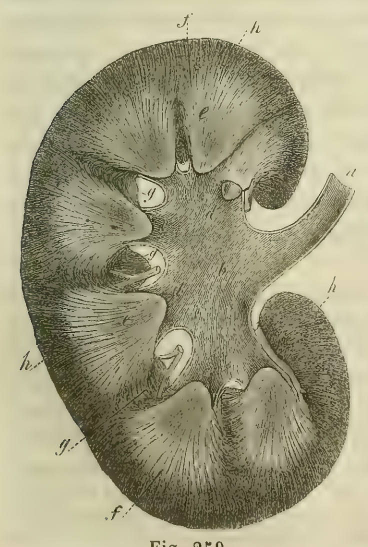


Fig. 259.

Das von der Faserhaut scharf sich abgrenzende secernirende Parenchym (Fig. 259) besteht für das blosse Auge aus zwei Theilen, der Mark- und Rindensubstanz, von denen die erstere in Gestalt von 8 bis 15 isolirten, kegelförmigen, gegen den *Hilus* convergirenden Massen, den *Malpighi*'schen Pyramiden (Fig. 259 *e*), erscheint, jene dagegen (Fig. 259 *h*) die Gesammtrinde des Organs

Fig. 259. Ein Schnitt aus der Mitte der Niere eines Kindes. *a.* Ureter. *b.* Nierenbecken. *c.* Nierenkelche. *d.* Papillen. *e. Malpighi*'sche Pyramiden. *f. Ferrein*'sche Pyramiden der Autoren. *g. Septa Bertini. h.* Aeussere Theile der Rindensubstanz.

und ausserdem noch zwischen die einzelnen Pyramiden bis zum *Hilus* sich hineinziehende Scheidewände, *Columnae Bertini* (Fig. 259 *g*), bildet, und scheinbar ohne Unterbrechung durch die ganze Niere zusammenhängt. Mikroskopisch untersucht, zerfällt jedoch auch die Rinde in eben so viele Abschnitte als Pyramiden vorhanden sind und kann daher die Niere als aus einer gewissen Zahl grosser, jedoch innig zusammenhängender Lappen gebildet angesehen werden.

§. 190.

Zusammensetzung der Nierensubstanzen. Beide Theile der Niere bestehen wesentlich aus den Harncanälchen, *Tubuli uriniferi*, cylindrischen, im Mittel 0,016—0,025‴ messenden Röhrchen. Dieselben beginnen bei jedem Nierenlappen oder Abschnitt an dem von den *Calyces renales* umschlossenen Theile der Pyramiden oder an den Nierenpapillen mit durchschnittlich 2—500 über die Oberfläche derselben zerstreuten Oeffnungen von 0,024—0,1‴ und ziehen in den Pyramiden meist gerade und eines neben dem andern dahin, daher sie hier *Tubuli recti* (auch *Belliniani*) heissen (Fig. 260 *k*). Während dieses Verlaufes theilt sich jedes dieser geraden Canälchen unter meist sehr spitzen Winkeln und anfangs mit erheblicher Abnahme an Dicke zu wiederholten Malen in zwei (Fig. 260 *l*), seltener in drei oder vier, so dass schliesslich ein ganzes Bündel von feinern Röhrchen aus demselben hervorgeht und die nach aussen stetig zunehmende Breite der Pyramiden sich erklärt. Zugleich wird gegen die Basis der Pyramiden zu der



Fig. 260.

Fig. 260. Senkrechter Schnitt durch einen Theil einer Pyramide und der dazu gehörenden Rindensubstanz einer injicirten Kaninchenniere. Halbschematische Figur. Vergr. 30. Links sind die Gefässe, rechts der Verlauf der Harncanälchen dargestellt. *a. Arteriae interlobulares* mit den *Glomeruli Malpighiani b.* und ihren *Vasa afferentia. c. Vasa efferentia. d.* Capillaren der Rinde. *e. Vasa efferentia* der äussersten Körperchen in die Capillaren der Nierenoberfläche übergehend. *f. Vasa efferentia* der innersten *Glomeruli* in die *Arteriolae rectae ggg.* sich fortsetzend. *h.* Capillaren der Pyramiden aus den letztern sich bildend. *i.* Eine *Venula recta* an der Papille beginnend. *k.* Anfang eines geraden Harncanälchens an der Papille. *l.* Theilungen desselben *m.* Gewundene Canälchen in der Rinde nicht in ihrem ganzen Verlaufe dargestellt. *n.* Dieselben an der Nierenoberfläche. *o.* Fortsetzung derselhen in die geraden Canälchen der Rinde. *p.* Verbindung derselben mit *Malpighi*'schen Kapseln.

Zusammenhang der *Bellini*'schen Röhrchen durch zwischen denselben auftretende, in regelmässigen Abständen verlaufende stärkere Gefässbündel *(Arteriolae* und *Venulae rectae)* lockerer und treten dieselben auch nach allen Seiten auseinander, so dass an senkrechten Schnitten die Pyramiden (die Papillen natürlich ausgenommen) im ganzen Umkreis in viele kleine Bündel oder Pinsel, die *Ferrein*'schen Pyramiden der Autoren auszustrahlen scheinen, welche jedoch, wie Querschnitte darthun, durchaus nicht als besondere, scharf abgegrenzte Fascikel anzusehen sind. Schon hier nehmen die Harncanälchen einen leicht wellenförmigen Verlauf an und noch mehr ist dies in der Rindensubstanz der Fall, wo dieselben als gewundene Harncanälchen, *Tubuli contorti s. corticales* auf den ersten Blick unentwirrbar und ohne Regelmässigkeit verflochten sind, um schliesslich, wie *Bowman* im Jahr 1842 entdeckte, jedes mit einem blasig aufgetriebenen, einen Gefässplexus eigenthümlicher Art enthaltenden Ende von 0,06—0,1''' Grösse, einem sogenannten *Malpighi*'schen Körperchen auszugehen. Bei aufmerksamer Beobachtung ergibt sich jedoch leicht, dass die gewundenen Harncanälchen in säulenförmige, $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{6}$''' breite, durch die ganze Dicke der Rinde eine dicht neben der andern sich erstreckende Massen angeordnet sind, die man trotz ihrer nicht vollständigen Abgrenzung von einander doch als *Fasciculi corticales* oder *Lobuli renum* (oder mit den ältern Anatomen als *Ferrein*'sche Pyramiden) bezeichnen kann. In diesen (Fig. 260) verlaufen die Harncanälchen im Kleinen wie in einem Nierenlappen, so dass man im Innern derselben mehr gerade, in ihrem Umkreis gewundene Canälchen unterscheidet. Verfolgt man die Sache genau, so sieht man, wie die *Bellini*'schen Röhren, indem sie fascikelweise in ein Rindenläppchen eintreten, anfangs noch ganz gerade verlaufen (Fig. 260 *o*). Bald jedoch biegen sich einzelne und im weitern Verlauf immer mehr Canälchen zur Seite (Fig. 260 *m*), um stark geschlängelt gegen die die Rindenläppchen umgebenden Arterienstämmchen hinzugehen, bis am Ende in einiger Entfernung von der Oberfläche der Niere (oder der Mitte der *Columnae Bertini)* das ganze Fascikel in gewundene Canälchen sich aufgelöst hat. Die *Malp.* Körperchen (Fig. 260 *b*), von denen die Harncanälchen entspringen, liegen in der ganzen Dicke der Rinde, von den Pyramiden an bis auf $\frac{1}{50}$''' Entfernung von der Oberfläche, auch in den *Septa Bertini* bis zum Nierenausschnitt herab, und stehen so regelmässig und zahlreich um die Rindenläppchen herum, dass jeder senkrechte, durch die Rinde geführte Durchschnitt immer zwischen zweien derselben einen rothen Streifen dieser Körperchen ergibt. In der Regel besteht ein solcher aus einer kleinen Arterie und 2 bis 4 von derselben getragenen, jedoch nicht regelmässigen Reihen von Körperchen, von denen die einen mehr zu dem einen, die andern mehr zu dem andern Rindenbündel in Beziehung stehen. Es ist mithin jedes in die Rinde eintretende Fascikel von Harncanälchen gleich von Anfang an von den *Malp.* Körperchen ganz umgürtet, und begreift sich, dass die einen Canälchen früher, die andern später von demselben sich ablösen, um zu ihren Körperchen zu gelangen. Jedes Rindencanälchen verläuft übrigens nach seinem Ursprunge stark gewunden, zuerst etwas nach aussen, biegt sich dann zurück und schliesst sich an die geraden Canälchen des Rindenfascikels an.

Die Zahl der gewundenen Harncanälchen entspricht der Zahl der *Malpighi*'schen Körperchen und ist daher auf jeden Fall ungemein gross. Nach *Huschke* kommen 200 Canälchen auf jeden *Fasciculus corticalis* und 700 solcher *Fasciculi* auf eine Pyramide, was bei 15 Pyramiden mehr als 2 Millionen Anfänge von Canälchen und *Malp.* Körperchen gibt. Da jede Papille bei 500 oder noch mehr Oeffnungen hat, so ist es möglich, dass jedes Rindenfascikel aus einem einzigen *Bellini*'schen Röhrchen hervorgeht; auf jeden Fall ergibt sich, dass an jedem geraden Röhrchen die Theilungen mindestens 10mal sich wiederholen.

§. 191.

Die Harncanälchen bestehen überall wesentlich aus denselben Elementen, nämlich einer *Membrana propria* und einem Pflasterepithel. Jene ist eine vollkommen structurlose, durchsichtige, dünne (von 0,0004—0,0006‴) aber verhältnissmässig feste und elastische Hülle, die namentlich an den geraden Canälchen auf sehr grosse Strecken sich isoliren lässt und dann gerne in Falten sich legt, die sie oft wie Bindegewebe streifig erscheinen lassen. An der Innenseite dieser Hülle, die in ihren chemischen Characteren ganz an das *Sarcolemma* sich anschliesst (siehe §. 80), liegen in einfacher Lage polygonale, mässig dicke Zellen um das Lumen der Harncanälchen herum, welche ihrer leichten Veränderlichkeit wegen zu vielen unrichtigen Vorstellungen über den Bau der Harncanälchen und ihren Inhalt Veranlassung gegeben haben. Dieselben dehnen sich nämlich bei der gewöhnlichen Untersuchungsmethode in Wasser durch Aufnahme desselben aus und werden im Umkreis blasig aufgetrieben und blass, so dass ihre polygonale Form und regelmässige Anordnung verloren geht und die Nierencanälchen innerhalb der structurlosen Haut mit rundlichen grössern Zellen ganz gefüllt erscheinen und kein Lumen mehr zeigen. Häufig bersten auch die Zellen und dann enthalten die Canälchen nichts als eine feinkörnige Masse mit Kernen und aus den Zellen ausgetretenen hellen Eiweisstropfen. Dieselben Veränderungen gehen in nicht ganz frischen Nieren von selbst vor sich, und ist es daher vor Allem nöthig, das Organ möglichst bald nach dem Tode und unter Vermeidung aller alterirenden Zusätze zu untersuchen. Der Inhalt der Epithelzellen ist, abgesehen von runden gewöhnlichen Kernen, eine meist sehr feinkörnige Masse, die bei Wasserzusatz helle, leicht gelbliche Tropfen, wahrscheinlich von Eiweiss, austreten lässt, sonst aber sich nicht verändert, durch Essigsäure mit den Zellmembranen erst erblasst und bald sich auflöst, während die Zellenkerne zugleich sehr blass werden, endlich durch kaustische Alkalien mit den Membranen gleich verschwindet. Ausser diesen Körnern, die ich nicht anstehe, für eine Proteinsubstanz zu erklären und dem im Inhalte gelösten Eiweiss enthalten die Zellen

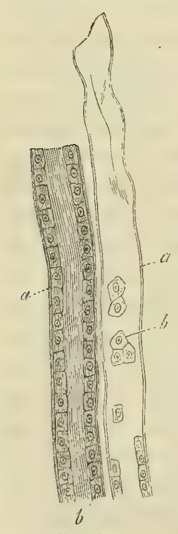


Fig. 261.

Fig. 261. Zwei gerade Harncanälchen des Menschen, das eine mit vollständigem Epithel, das andere halbleer. *a. Membrana propria; b.* Epithel.

sehr gewöhnlich noch einige kleine dunkle Fetttröpfchen, seltener ein oder das andere Körnchen von gelblichem Pigment.

Die geraden und gewundenen Canälchen zeigen innerhalb der angegebenen allgemeinen Charactere noch einige Verschiedenheiten. Die erstern, obschon anfänglich von der bedeutenden Breite von selbst 0,06—0,1''', verschmälern sich doch in Folge der Theilungen bald zu 0,01''', 0,014—0,018''', werden jedoch in den *Ferrein*'schen Bündeln wieder 0,02—0,024''' stark. Mit diesem Durchmesser treten dieselben in die Rinde ein, steigen dann aber in den eigentlichen gewundenen Canälchen bis zu 0,033''' an, um jedoch dicht am Ursprunge wieder etwas sich zu verschmälern. Die *Membrana propria* ist bei den gewundenen Canälchen zarter (von 0,0003—0,0004''') und schwieriger zu isoliren, das Epithel dagegen in der Regel grösser mit Zellen von 0,008—0,012''' Breite und 0,004—0,005''' Dicke, während in den geraden Canälchen die Zellen nur 0,004—0,006''' breit, 0,004''' dick sind. Physiologisch bemerkenswerth erscheint mir auch, dass die letzten Zellen einen hellen körnerarmen Inhalt haben, daher auch die Marksubstanz im blutleeren Zustande weisslich, die Rinde dagegen gelblich erscheint.

Einen sehr eigenthümlichen Bau besitzen die *Malpighi*'schen Körperchen, die als erweiterte Anhänge der gewundenen Harncanälchen anzusehen sind, und, eingebettet in ihr Epithel und ihr Lumen so zu sagen ganz erfüllend, einen compacten rundlichen Gefässplexus, den *Glomerulus Malpighianus*, enthalten, dessen Bau unten erörtert werden soll. Dieselbe *Membrana propria*, welche die Harncanälchen umschliesst, bekleidet etwas verdickt (von 0,0005—0,0008''') auch diese Körperchen (Fig. 262 *a*), und ebenso geht auch das Epithel in die so gebildeten Kapseln ein, nur dass dasselbe kleiner und undeutlicher wird und den Gefässknäuel auch da überzieht, wo derselbe dem Lumen des abgehenden Harncanälchens zugewendet ist. Dieses setzt sich in der Regel verschmälert (Fig. 262 *B*) meist an der entgegengesetzten Seite der zu- und abtretenden Gefässe an die *Malp.* Kapsel an und dringt dem Gesagten zufolge sein Lumen nur unerheblich in dieselbe ein, indem ihre Höhlung eben fast ganz von den Gefässen und dem sie umgebenden Epithel eingenommen wird.

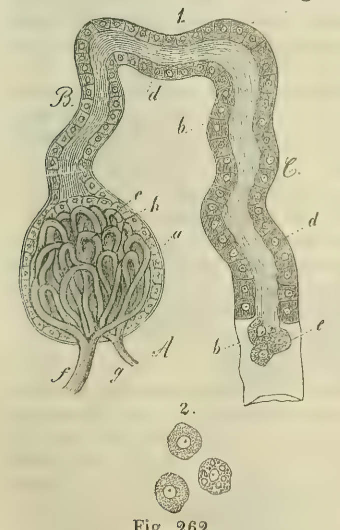


Fig. 262.

Fig. 262. 1. Ein *Malpighi*'sches Körperchen *A*. mit dem entspringenden Harncanälchen *B. C.* vom Menschen. Vergr. 300. Halbschematische Figur. *a*. Hülle der *Malpighi*'schen Körperchen, sich fortsetzend in *b*. die *Membrana propria* des gewundenen Harncanälchens, *c*. Epithel des *M*. Körperchens, *d*. Epithel des Harncanälchens, *e*. losgelöste Epithelzellen, *f*. *Vas afferens*, *g*. *Vas efferens*, *h*. *Glomerulus Malpighianus*. 2. Drei Epithelzellen aus gewundenen Canälchen, 350mal vergr., die eine mit Fetttröpfchen.

Die von *Bowman* im Halse der *Malpighi*'schen Körperchen des Frosches und in den Anfängen der Harncanälchen entdeckte Flimmerbewegung mit Richtung des Stromes gegen den Ureter ist leicht zu bestätigen, wenn man Zusatz von Wasser vermeidet. Dieselbe fehlt bei Vögeln (*Gerlach* glaubt dieselbe einmal beim Huhn gesehen zu haben) und Säugethieren und wurde auch in zwei von mir speciell auf diesen Gegenstand untersuchten Hingerichteten vermisst, dagegen findet sich dieselbe auch bei Schlangen, bei Salamandern, Triton, Bombinator, Bufo und sehr schön bei Fischen, ebenso nach *Remak* und mir in den wie Nieren gebauten Primordialnieren von Eidechsenembryonen, in den beiden letzten Fällen auch in den von den *Malpighi*'schen Körperchen entfernteren Harncanälchen. Die Frage nach dem die *Glomeruli* überziehenden Epithel ist immer noch nicht vollständig erledigt, indem *Todd-Bowman* noch in der neuesten Zeit (Phys. Anat. II. p. 489) sich dafür aussprechen, dass die Gefässe ganz nackt in ihrer Kapsel liegen, ebenso *A. Ecker* u. A. Ich verweise in dieser Beziehung auf das in meiner Mikr. Anat. II. 2. p. 354 bemerkte und will hier nur beifügen, dass Amphibien und Fische, sowie Primordialnieren und Nieren von Embryonen am geeignetsten sind, um das Epithel des *Glomerulus* zu demonstriren.

Von den sehr häufigen pathologischen Entartungen der Harncanälchen erwähne ich hier nur folgende: Die *Membrana propria* derselben ist oft verdickt bis 0,001, selbst 0,002''' und zeigt dann manchmal an der Innenseite sehr zierliche, dichtstehende zarte Querstreifen. Die Epithelzellen, vor allem der Corticalsubstanz, enthalten häufig Fetttropfen in bedeutenden Mengen, so dass sie Leberzellen aus Fettlebern oft täuschend ähnlich werden, zumal sie dann meist auch bis auf 0,02''' vergrössert sind. Neben dem Fett erscheinen auch Pigmentkörnchen (von Harnfarbstoff?) in ihnen (auch in den geraden Canälchen), wogegen die im Lumen der Canäle so häufig vorkommenden Concretionen von harnsauren Salzen und Kalksalzen bei Wirbelthieren noch nicht mit Sicherheit in den Zellen selbst nachgewiesen sind (bei Fischen fand *Simon* [*Thymus* p. 69] oft Krystalle in den Nierenzellen). Häufig sind colloidartige hellgelbe Massen in den Epithelzellen, die dann meist sich vergrössern, bis zu 0,05—0,072''' langen schmalen Cysten heranwachsen und zuletzt ihre ebenfalls vergrösserten colloiden Massen durch Bersten entleeren, worauf die letztern frei in den Harncanälchen und auch im Harn sich finden. Eine Entwickelung der Epithelzellen zu andern Cysten, wie sie *J. Simon*, auch *Gildemeester* (*Tijdschr. d. Nederl. Maatsch.* 1850) annimmt, ist mir noch nicht vorgekommen, dagegen beobachtete ich, wie *Johnson* mit aller Bestimmtheit in einer atrophischen Niere, ein Zerfallen der gewundenen Canälchen, allem Anscheine nach durch ein zwischen ihnen entwickeltes und sie abschnürendes Bindegewebe, in geschlossene Cysten, welche bei derselben Structur wie die Harncanälchen, zum Theil dieselbe Weite besassen wie sie, zum Theil bis zu 0,1''' grossen Blasen sich ausgedehnt hatten. Umbildung der geraden Harncanälchen in Cysten sah neulich *Beckmann* (l. i. c.). — Auch die *Malp.* Körperchen können zu Cysten sich ausdehnen, in denen neben einem hellen Fluidum oft noch an der Wand der atrophische *Glomerulus* zu sehen ist. Als abnormer Inhalt erscheint in den Harncanälchen 1) Blut, am häufigsten in den Anfängen der gewundenen Canälchen besonders denen der Oberfläche oft in solcher Menge, dass dem blossen Auge sichtbare stecknadelknopfgrosse Blutpunkte entstehen, die man früher fälschlich für ausgedehnte *Malp.* Körperchen hielt, 2) eine gallertartige Substanz, vielleicht z. Th. Fibrin (?), in cylindrischen, dem Lumen der Canälchen entsprechenden Massen (Siehe *Beckmann* in *Virch.* Arch. XI), 3) die erwähnte colloidartige Substanz, 4) Concretionen in den *Bellin.* Röhrchen, beim Erwachsenen vorzüglich aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk bestehend (Kalkinfarct), bei Neugebornen aus harnsauren Salzen (Harnsäureinfarct, *Virchow*), welche den Pyramiden eine prächtige goldgelbe Farbe ertheilen und, wenn auch nicht ausschliesslich, doch in der Regel nur bei Kindern vorkommen, die schon geathmet haben (zwischen dem 3. und 20. Tage). — In der *Bright*'schen Krankheit werden in den spätern Stadien viele Canälchen, die durch die Exsudationen in dieselben ihr Epithel verloren, atrophisch und schwinden zuletzt ganz, während Gruppen anderer mit fettig zerfallendem Exsudat erfüllt und erweitert in Form von kleinen Höckern (Granulationen, *Christison*) hervortreten.

§. 192.

Gefässe und Nerven. Die grosse Nierenarterie theilt sich im Nierenbecken in eine gewisse Zahl von Aesten, die, nachdem sie die im Hilus gelegenen Theile versorgt haben, über und unter den Nierenvenen in die zwischen den Pyramiden gelegene Corticalsubstanz (die *Columnae Bertini*) eintreten. Von hier aus verlaufen dieselben unter wiederholten Theilungen hart an der Grenze der beiden Nierensubstanzen weiter, so dass im Umfange jeder Pyramide eine in der Regel nur von zwei grossen Arterien abstammende zierliche Verästelung jedoch ohne Anastomosenbildungen entsteht. Aus dem der Rindensubstanz zugewendeten Theile derselben entspringen mit grosser Regelmässigkeit, meist unter rechtem Winkel kleinere Arterien, die nach einigen oder mehrfach wiederholten Theilungen in feine, 0,06—0,1‴ weite Aestchen sich spalten, die zwischen den Rindenfascikeln oder Läppchen geraden Weges nach aussen verlaufen und am passendsten *Arteriae interlobulares* heissen (Fig. 260 *a*). Sie sind es, welche die *Malp.* Körperchen tragen und, einige zu den Hüllen des Organs tretende Ausläufer abgerechnet, ganz in der Bildung der Gefässknäuel derselben aufgehen. Es gibt nämlich jede Interlobulararterie in ihrer ganzen Länge nach zwei, drei oder vier Seiten eine grosse Zahl feiner Zweigelchen von arteriellem Bau und 0,008—0,02‴ ab, die nach kurzem Verlauf entweder direct oder nach einmaliger Theilung die Hülle eines *Malp.* Körperchens durchbohren und als *Vasa afferentia* der Gefässknäuel derselben erscheinen. Ein jeder von diesen (Fig. 262, 263) besteht aus einem dichten Convolut feiner Gefässchen von 0,004—0,008‴ Durchmesser und dem gewöhnlichen Bau der Capillaren (mit structurloser Haut und Kernen) und besitzt ausser der zuführenden Arterie auch noch ein ableitendes Gefäss, das *Vas efferens*. Die Art und Weise, wie diese zwei Gefässe mit einander in Verbindung stehen, ist nicht die gewöhnliche, wie bei Arterien und Venen, sondern wie bei den sogenannten bipolaren Wundernetzen, indem das *Vas efferens* gleich nach seinem Eintritte in 5—8 Aeste und jeder dieser in ein Büschel von Capillaren sich spaltet, welche vielfach gewunden und durcheinander geflochten ohne Anastomosenbildung verlaufen und schliesslich in eben der Weise, wie sie sich bildeten, wieder zu einem Stämmchen sich vereinen. In der Regel treten die beiden



Fig. 263.

Fig. 263. Aus der Niere des Menschen nach *Bowman*. *a*. Ende einer *Art. interlobularis*, *b*. *Arteriae afferentes*, *c*. nackter *Glomerulus*, *d*. *Vas efferens*, *e*. *Glomeruli* von den *Malp.* Kapseln umhüllt, *f*. von denselben entspringende Harncanälchen. Vergrösserung 45.

Stämmchen des *Glomerulus* nahe beisammen und gegenüber dem Ursprunge des Harncanälchens aus und ein und ohne Ausnahme finden sich die feinsten Gefässchen derselben von 0,003—0,004''', gewissermaassen die Umbiegungsschlingen, gerade da, wo das Harncanälchen beginnt. Bei den Vögeln, Amphibien und Fischen besteht jeder *Glomerulus* aus einem einzigen gewundenen Gefäss.

Die *Vasa efferentia*, obschon aus Capillaren sich zusammensetzend, sind noch keine Venen, sondern der Bedeutung und zum Theil dem Baue nach kleine Arterien, die erst im weitern Verlauf in das Capillarnetz der Niere sich auflösen, welches in der Rinde und in den Pyramiden seinen Sitz hat, und an beiden Orten einen etwas verschiedenen Character besitzt. Am erstern Orte (Fig. 260 *d*) lösen sich die 0,004—0,008''' dicken *Vasa efferentia* nach kurzem Verlauf in ein sehr reiches Netz 0,002—0,004–0,006''' weiter Capillaren auf, welches mit rundlich eckigen 0,005—0,015''' weiten Maschen die gewundenen Canälchen von allen Seiten umgibt und durch die ganze Rindensubstanz zusammenhängend zu denken ist. Von diesem Verhalten machen nur die ausführenden Gefässe der zunächst an die *Malpighi*'schen Pyramiden angrenzenden *Glomeruli* eine Ausnahme, indem dieselben, die regelmässig durch ihren bedeutenderen Durchmesser (von 0,01—0,016''') sich auszeichnen, nicht in der Rinde, sondern in den Pyramiden sich ausbreiten und durch ihren langgestreckten Verlauf und ihre im Ganzen spärliche Verästelung sich auszeichnen. Dieselben (Fig. 260 *g*, 264 *ef*), die ich mit *Arnold Arteriolae rectae* nennen will, dringen nämlich im ganzen Umfange der Pyramiden gerade zwischen die *Bellin.* Röhrchen ein, laufen unter wiederholten spitzwinkligen Theilungen und allmählich bis zu 0,004—0,01''' verschmälert gegen die Papillen herab, und gehen schliesslich in diesen und auch im Innern der Marksubstanz — am letzten Orte entweder mit ihren Enden oder durch rechtwinklig abgehende Zweigchen — in die 0,003—0,004''' messenden Capillaren dieser Region über, die durch ihre geringere Zahl und die langgezogene Form der Maschen ihres Netzes sehr wesentlich von denen der Rinde sich unterscheiden, jedoch an der Grenze der Pyramiden continuirlich mit denselben verbunden sind. Die Nierenvenen beginnen an zwei Orten, nämlich an der Oberfläche des Organs und an der Spitze der Papillen. Dort sammeln sich aus den äussersten Theilen des Capillarnetzes der Rinde kleine Venenwürzelchen, welche zum

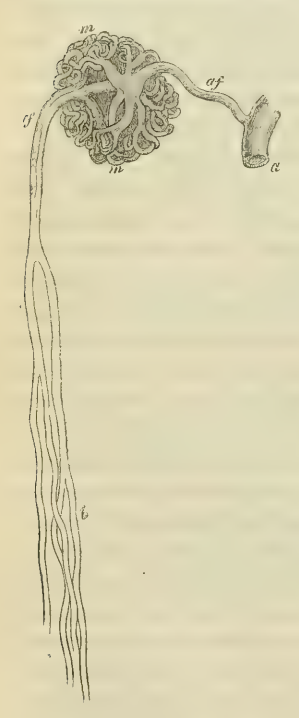


Fig. 264.

Fig. 264. *Glomerulus* aus dem innersten Theil der Rinde der Niere des Pferdes nach *Bowman. a. Art. interlobularis, af. Vas afferens, mm. Glomerulus, ef. Vas efferens sive arteriola recta, b.* Theilungen derselben in der Marksubstanz. Vergr. 70.

Theil regelmässig die einzelnen Rindenläppchen umgeben und zwischen denselben sternförmig *(Stellulae Verheynii)* zu etwas grösseren Wurzeln zusammentreten, zum Theil auch über mehrere oder viele Läppchen sich erstreckend, zu stärkeren Stämmchen sich ansammeln. Beiderlei Venen treten dann als *Venae interlobulares* in die Tiefe, verlaufen mit den gleichbenannten Arterien zwischen den Rindenfascikeln weiter, um, wenn sie durch Aufnahme noch vieler anderer Venenwürzelchen aus dem Innern der Rinde sich verstärkt, direct oder zu etwas grösseren Stämmchen geeint unter meist rechten Winkeln in die grösseren Venen überzugehen. Diese liegen neben den grössern Arterien am Umfange der Pyramiden und führen schliesslich in grosse, wie alle Nierenvenen klappenlose Venen, die in einfacher Zahl neben den Arterien gelegen, wie diese die Nieren verlassen. Vorher nehmen dieselben jedoch noch ausser denen der *Columnae Bertini* die Venen der Pyramiden auf, die mit einem hübschen, die Oeffnungen der Harncanälchen an den Papillen umgebenden Netze beginnen, im Aufwärtssteigen zwischen den *Tubuli recti* durch zutretende Würzelchen sich verstärken und mit den Arterien der Pyramiden, den *Vasa efferentia* der innersten *Glomeruli* oder den *Arteriolae rectae*, zu stärkern, besonders zwischen den *Ferrein*'schen Pyramiden gelegenen Gefässbündeln geeint, in die bogenförmig die Pyramiden umziehende stärkere Venenverästelung einmünden.

Die Gefässe der Nierenhüllen entspringen zum Theil von der *Art. renalis* vor ihrem Eintritte in den *Hilus* und von den Nebennieren- und Lendenarterien, zum Theil sind dieselben Aeste der *Arteriae interlobulares*, welche, nachdem sie die *Malpighi*'schen Körperchen versorgt haben, hie und da mit feinen Ausläufern noch an die fibröse Hülle gelangen und ein weitmaschiges Capillarnetz in ihr erzeugen, das auch mit dem der sogenannten *Capsula adiposa* zusammenhängt.

Von Saugadern besitzt die Niere verhältnissmässig wenige. Dieselben verlaufen im Innern längs der grösseren Gefässe und scheinen nicht weiter zu reichen als bis zu den *Vasa interlobularia*. Im *Hilus* vereinen sich dieselben zu einigen Stämmchen, welche noch Saugadern aus dem Nierenbecken aufnehmen, und dann in die Lendendrüsen einmünden. Oberflächliche Saugadern, welche die ältern Anatomen (*Nuck*, *Cruikshank*, *Mascagni* u. A.) beschreiben, habe ich ausser in der Fettkapsel noch nicht gesehen, ohne dieselben gerade läugnen zu wollen.

Die Nierennerven vom *Plexus coeliacus* des *Sympathicus* sind ziemlich zahlreich, bilden ein die Arterie umstricken-



Fig. 265.

Fig. 265. Querschnitt durch einige gerade verlaufende Canälchen der Rinde, 350mal vergr. Vom Menschen. *a.* Querschnitte von Harncanälchen, deren *Membrana propria* allein erhalten ist, *b.* solche, wo das Epithel noch vorhanden ist. *c. Stroma* vom Bindegewebe mit länglichen Kernen. *d.* Lücke, die ein *Malp.* Körperchen enthielt.

des Geflecht, haben noch einige Knötchen im *Hilus* und lassen sich mit den Gefässen bis zu den Interlobulararterien verfolgen. Wo und wie dieselben enden, ist unbekannt.

Alle Gefässe und Nerven werden von einem Bindegewebe getragen, das zugleich als *Stroma* für die secernirenden Elemente dient und in der Marksubstanz viel entwickelter ist als in der Rinde. — An der Oberfläche der Niere verdichtet sich dasselbe zu einem oft recht deutlichen Häutchen von 0,01—0,02''' Dicke, das mit der Faserhaut nur locker zusammenhängt, das oberflächliche Capillarnetz zum Theil trägt und durch viele zarte Fortsätze mit dem innern *Stroma* zusammenhängt.

Ueber die Verbreitung der Nierenarterie hat *Virchow* neulich Angaben gemacht, die von den bisherigen Annahmen, die von *Arnold* ausgenommen, wesentlich abweichen. *Virchow* will zwar nicht läugnen, dass *Vasa efferentia* selbst oder doch mit ihren capillären Ausläufern in die Marksubstanz übergehen, doch sind nach ihm die *Arteriolae rectae* keine solchen Fortsetzungen, vielmehr stammen dieselben direct aus der Nierenarterie und zwar meist von Zweigen, die zugleich Knäuel tragende Aeste haben. Hiergegen habe ich zu bemerken 1) dass es sowohl für Säugethier- als menschliche Nieren nicht bezweifelt werden kann, dass alle an die Marksubstanz grenzenden *Glomeruli* ihre *Vasa efferentia* als wirkliche *Arteriolae rectae* an die Marksubstanz abgeben, was ich Jedem durch Präparate belegen kann; 2) dass die *Arteriolae rectae* auch beim Menschen in normalen Nieren in grosser Menge in den von mir angegebenen Grössen vorkommen, während *Virchow* dieselben zu 0,03—0,04''' angibt. — Uebrigens will ich mir ohne neue ausführliche Untersuchungen kein Urtheil darüber erlauben, ob ausser den *Vasa efferentia* der tiefste *Glomeruli* auch noch direct Aeste der Nierenarterie in die Marksubstanz abgehen, und mithin auch *Virchow's* Angaben insoweit nicht entgegentreten. Die Bemerkung kann ich jedoch nicht unterdrücken, dass bei niedern Thieren, besonders Amphibien, kein Zweifel darüber bestehen kann, dass alles Blut der Nierenarterie durch die *Glomeruli* fliesst. Auch beim Menschen spricht die wohl jedem Anatomen bekannte Thatsache, dass sehr häufig bei gewöhnlichen Leicheninjectionen alle *Glomeruli* injicirt, dagegen die Marksubstanz ganz frei gefunden wird, nicht gerade für einen directen Zutritt des Blutes der Arterie zu derselben.

Bei Entzündungen und Exsudationen verdichtet sich das *Stroma* häufig so bedeutend, dass es bei der oberflächlichsten Untersuchung zur Anschauung kommt, ja selbst die Harncanälchen mehr oder weniger verdrängt. Die neu zu demselben hinzukommenden Theile bestehen vorzüglich aus einem in verschiedenen Uebergangsstadien zu Bindegewebe befindlichen faserstoffigen Exsudate, zum Theil auch aus Formen, wie sie dem jungen normalen Bindegewebe eigen sind, wie Spindelzellen. An den *Malp.* Körperchen erscheinen diese Neubildungen manchmal im Innern (*Frerichs*), gewöhnlich in Form concentrischer, oft recht dicker Umlagerungen, welche die zu- und abtretenden Gefässe comprimiren, hierdurch den *Glomerulus* zur Atrophie bringen und die Harnsecretion sehr wesentlich beeinträchtigen. — In andern Fällen ist die Zunahme des *Stroma* nur scheinbar und wird durch das Schwinden der secernirenden Theile bedingt. In chronischen Nierenkrankheiten sind die Wände der Arterien und der Gefässe der *Glomeruli* häufig verdickt und mit Fettablagerungen versehen (*Johnson*).

§. 193.

Ableitende Harnwege. Der Harnleiter, das Nierenbecken und die Nierenkelche bestehen alle aus einer äussern Faserhaut, einer glatten Muskellage und einer Schleimhaut. Die erstere, aus gewöhnlichem Bindegewebe und elastischen Fasern vorzüglich der feinern Art gebildet, geht

da wo die Nierenkelche die Papillen umfassen in die Faserhülle der Niere über. Die Muskellage ist in den Harnleitern sehr deutlich mit äussern longitudinalen und innern queren Fasern, zu denen gegen die Blase zu noch innere Längsfasern kommen. Im Nierenbecken sind sie zwei Muskelschichten noch ebenso mächtig wie im Ureter, während sie in den Kelchen immer mehr sich verdünnen und, wo dieselben an die Papillen sich ansetzen, enden. Die Schleimhaut aller dieser Theile ist dünn, ziemlich gefässreich, ohne Drüsen und Papillen und setzt sich sehr verfeinert (von 0,05—0,01''' ohne Epithel) auch auf die Nierenpapillen fort, wo sie mit dem innern *Stroma* derselben sich verbindet. Ihr Epithel von 0,02—0,04''' Dicke ist geschichtet und zeichnet sich durch die wechselnde Form und Grösse seiner Elemente aus, die in der Tiefe rundlich und klein, in der Mitte cylindrisch oder konisch von 0,01—0,02''' Länge an der Oberfläche rundlich polygonale, 0,006—0,04''' grosse Zellen oder mehr abgeplattete, bis 0,02''' erreichende Plättchen sind. Auffallend ist das häufige Vorkommen von zwei Kernen in diesen Zellen, sowie von hellen, mässig dunkelcontourirten runden Körnern von 0,001—0,002''', die manchmal fast das Ansehen von Kernen annehmen.

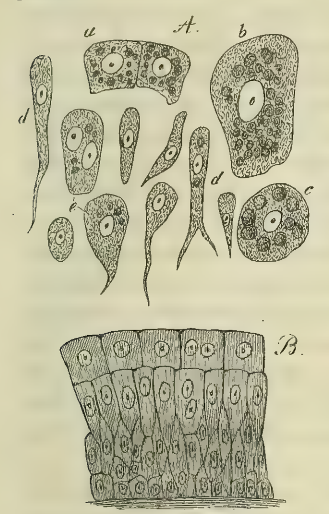


Fig. 266.

Die Harnblase besitzt abgesehen von ihrem Peritonealüberzug dieselben Häute wie der Ureter. Die Muskelhaut, deren Bündel nach *Treitz* an mehrfachen Orten elastische Sehnen haben, zeigt äusserlich die bekannte Längsfaserschicht *(Detrusor urinae)* mit mehr parallelen Bündeln, von der aus einzelne Fasern auf den *Urachus* sich fortsetzen, darunter ein Flechtwerk schiefer und querer, stärkerer und schwächerer wirklich netzförmig verschmolzener Bündel, welche die Schleimhaut nicht ganz vollständig bedecken und am Blasenhalse in eine starke zusammenhängende Ringfaserlage *(Sphincter vesicae)* übergehen. Das *Corpus trigonum* am Blasengrund, zu dem auch die sogenannte *Uvula vesicae (Valv. vesico-urethralis, Amussat)* am Anfange der Harnröhre gehört, ist eine starke unmittelbar unter der Schleimhaut gelegene Schicht von weissgelblichen Fasern, die mit den die Muskelhaut der Blase durchsetzenden longitudinalen Muskelfasern der Ureteren zusammenhängt und vorzüglich longitudinale, z. Th. auch quere feine elastische Elemente, Bindegewebe und glatte Muskelfasern enthält. *V. Ellis* nennt diese Lage: submucöse Muskelschicht der Blase und lässt sie noch über das *Trigonum* hinaus eine Strecke weit nach oben verlaufen. Die blasse, glatte und mässig dicke

Fig. 266 Epithel des *Pelvis renalis* vom Menschen, 350mal vergr. *A.* Isolirte Zellen. *B.* Dieselben *in situ*. *a.* Kleine, *b.* grosse Pflasterzellen, *c.* eben solche mit kernartigen Körpern im Innern, *d.* cylindrische und conische Zellen aus den tieferen Lagen, *e.* Uebergangsformen.

Schleimhaut hat ausser am *Trigonum* eine reichliche submucöse Schicht und bildet daher bei zusammengezogener Blase viele Falten. Dieselbe ermangelt der Zotten, ist ziemlich reich an Gefässen, besonders am Blasengrund und Hals, weniger an Nerven, die jedoch besonders am *Fundus* und *Cervix*, wo sie häufiger sind, noch als dunkelrandige feine und mitteldicke Fasern in ihr sich erkennen lassen, und wird von einem 0,03—0,05''' dicken, geschichteten Epithel überzogen, dessen Elemente in der Tiefe in der Regel spindel-, kegel- oder walzenförmig, höher oben rundlich polygonal oder abgeplattet sind und an Unregelmässigkeit denen des Nierenbeckens nicht nachstehen, wozu namentlich die häufig vorkommenden mehrfachen Vertiefungen an der untern Fläche der obersten Zellen zur Aufnahme der Enden der tieferen länglichen Zellen viel beitragen, indem hierdurch eigenthümlich sternförmige und zackige Formen entstehen. Im Blasenhalse und gegen den Grund zu finden sich kleine Drüsen in Form einfacher birnförmiger Schläuche oder kleiner Aggregate von solchen (einfach traubige Drüschen). Dieselben haben bei einer Grösse von 0,04—0,24''', Oeffnungen von 0,02—0,05''', ein cylindrisches Epithel und einen hellen Schleim als Inhalt. In pathologischen Fällen sind dieselben nach *Virchow* hie und da vergrössert und mit weisslichen Schleimpfröpfen gefüllt.

Die Harnröhre des Mannes wird bei den Sexualorganen besprochen werden. Die des Weibes besitzt 1) eine röthliche Schleimhaut mit vielen Gefässen, namentlich sehr entwickelten Venennetzen im submucösen Gewebe (die *Kobelt* ohne Grund als ein *Corpus spongiosum* beschrieben hat) und einem geschichteten Pflasterepithelium in der Tiefe mit länglichen Zellen wie in der Blase und 2) eine äussere Muskellage, die aus einer mit der *Mucosa* zusammenhängenden, mit viel Bindegewebe und elastischen Fasern untermengten dünnen Schicht longitudinaler und transversaler glatter Muskeln und der mächtigen, vorzüglich der Quere nach verlaufenden Masse des *Musculus urethralis* besteht. Eine gewisse Zahl grösserer und kleinerer traubiger Schleimdrüschen (*Littre*'sche Drüsen), im Bau denen der Blase gleich, nur meist grösser und zusammengesetster, ergiessen in die Harnröhre ihr Secret. Hie und da findet man dieselben bis zu 2''' vergrössert, die Schleimhaut wulstig vortreibend und in ihren ausgedehnten Schläuchen mit einer colloidartigen Masse, ja selbst mit Concretionen ähnlich den Prostatasteinen gefüllt.

§. 194.

Physiologische Bemerkungen. Entwickelung der Harnorgane. Die Nieren bilden sich nach *Remak* beim Hühnchen als zwei Ausstülpungen aus dem Mastdarm, an denen die Epithel- und Faserschicht desselben sich betheiligen und wachsen wie die Lungen durch Verästelung ihres Epithelialrohres und Massenzunahme der Faserschicht weiter (Unters. z. Entw. d. Wirbelth. Tab. II. Fig. 83—85). Bei Säugethieren ist die erste Entwickelung der Nieren noch nicht beobachtet, dagegen stimmt was wir durch *Rathke*, *J. Müller*, *Valentin* und *Bischoff* über die darauf folgenden Zustände wissen, ganz gut mit den Angaben von *Remak* überein, nur dass

hier die Drüsencanäle nach dem Typus der Speicheldrüsen sich zu entwickeln scheinen und nicht von Anfang an hohl sind. Die eben angelegten Nieren enthalten bei Säugethieren anfangs nichts als das Nierenbecken und eine gewisse Zahl mit demselben zusammenhängender kolbenförmiger Höhlen, die Nierenkelche. Von jedem dieser letztern aus bilden sich dann durch fortgesetzte Sprossenbildung Büschel von Harncanälchen, von welchen Büscheln schliesslich jeder zu einer *Malpighi*'schen Pyramide und der dazu gehörigen Corticalsubstanz sich umbildet, während zugleich die Niere in eine entsprechende Zahl von grossen Lappen auswächst. Die Harncanälchen sind anfänglich solid, nur aus Zellen zusammengesetzt, gerade und ohne *Membrana propria.* Im Laufe der Entwickelung entsteht die letztere wahrscheinlich aus einem von den Zellen ausgeschiedenen *Plasma* und bildet sich die Höhlung der Canälchen aus, indem vermuthlich eine Flüssigkeit zwischen den Zellen sich ansammelt, zugleich beginnen die Canälchen rasch in die Länge zu wachsen und sich zu winden. Die *Malpighi*'schen Körperchen sind ursprünglich nichts als solide kolbig verdickte Enden der Anlagen der Harncanälchen. Später werden die innern Zellen dieser birnförmigen oder rundlichen Körper zu Capillaren, die an zwei Orten mit den äussern Gefässen zusammenhängen, die äussersten zu einem Epithel, das mit dem der Harncanälchen sich verbindet und wie dieses mit einer *Membrana propria* sich umgibt, die natürlich, wo die Gefässe zu und abtreten, fehlt und daher hier wie durchbohrt ist. — Beim Neugebornen sind nach *Harting* die Nierencanälchen dreimal enger als beim Erwachsenen, woraus, da die Niere des letztern nur doppelt so gross ist wie die des Kindes, ersichtlich ist, dass auf jeden Fall nach der Geburt keine Canälchen nachentstehen.

Ueber die physiologischen Verhältnisse merke ich hier nur folgendes an. Es kann nicht in Frage kommen, dass das eigenthümliche Gefässverhalten in der Niere, wonach das Blut eigenthümliche in die Anfänge der Harncanälchen hineinragende Knäuel durchläuft, bevor es in das eigentliche Capillarnetz des Organes übergeht, mit der Ausscheidung von grossen Mengen Wassers durch den Harn im innigsten Zusammenhang steht. Durch die Hindernisse für das Fliessen des Blutes in den *Glomerulis* entsteht in ihnen ein bedeutender Seitendruck und wird eine grosse Menge Blutplasma durch die dünne entgegenstehende Membran (die Haut der Capillaren und das Epithel) getrieben. Da nicht alle Theile des Plasma im Harn sich finden und die vorhandenen in ganz andern Verhältnissen als im Blut, so ist ersichtlich, dass die besagte Membran nicht einfach wie ein Filter wirkt, sondern aus noch unbekannten Gründen gewisse Stoffe (Proteinverbindungen, Fette) zurückbehält, andere dagegen (Harnstoff etc.) mit besonderer Begierde durchgehen lässt. So entsteht in den Anfängen der Harncanälchen wahrscheinlich ein sehr diluirter Harn, der dann, indem er gegen das Nierenbecken abfliesst, mit dem die Harncanälchen umspülenden Blute in Wechselwirkung tritt, neue Stoffe (wahrscheinlich mehr Harnstoff) aus demselben aufnimmt, aber auch gewisse seiner Bestandtheile (Wasser und Salze) abgibt und so erst zum eigentlichen Harne wird.

Ueber die chemische Zusammensetzung der Niere wissen wir sehr wenig. *Frerichs* (l. c. p. 42) fand in einer gesunden Niere 16,30—18% feste Theile (*Lang* 18,1—20,0%), 72—73,70 Wasser. Von den erstern betrug das Fett 0,63—0,1%, doch kann dasselbe nach *O. Rees* bis 1,86 steigen (*Lang* findet 2,0—2,8% Fett; in einem Falle enthielt das Mark 1,7, die Rinde 2,4), das meiste ist jedoch wahrscheinlich Eiweiss, von dem besonders *Ludwig* gezeigt hat, dass es in grossen Mengen in der Niere sich findet, was nach dem mikro-chemischen Verhalten der Epithelzellen der Harncanälchen nicht befremden kann. Eine wichtige Bereicherung hat die Chemie der Niere in neuester Zeit durch *Cloetta* und *Beckmann* erfahren, von denen ersterer Inosit, Hypoxanthin (oder Xanthin), Cystin und Taurin, letzterer Leucin und Tyrosin im Gewebe der Organe fand. Durch das Vorkommen dieser Stoffe wird es, wie *Beckmann* gewiss mit Recht betont, sehr wahrscheinlich, dass die Niere nicht nur durch eine Ausscheidung von Blutbestandtheilen an der Bereitung des Harnes Antheil nimmt, sondern auch selbst gewisse Bestandtheile desselben erzeugt.

Die Secretion des Harnes geht bei den höhern Geschöpfen ohne Zellenbildung und Zellenauflösung vor sich und daher enthält auch der normale eben ausgeschiedene Harn, mit Ausnahme einzelner Fetttröpfchen (*Lang*), keine morphologischen Elemente. Nur zufällig finden sich in demselben Epithelzellen aus den ableitenden Harnwegen, besonders der Blase und *Urethra*, dann fast immer Schleim von denselben Localitäten stammend als Wölkchen oder leichtes Sediment hie und da mit Schleimkörperchen, endlich Samenfäden, nach Samenentleerungen. Bei Entzündungen, Blutungen, Exsudationen, Fettbildung in den Nieren zeigen sich Eiterkörperchen, Fetttröpfchen, Blutkügelchen, Blut- und Faserstoffcoagula als Abgüsse der Harncanälchen, in Gestalt cylindrischer Pfröpfe, Epithel der Harncanälchen isolirt oder in zusammenhängenden Strängen oder Schläuchen. Sehr leicht bilden sich in Folge von Zersetzungen Sedimente der Salze des Harns. Jeder normale, nicht sedimentirende Harn geht bei mittlerer Temperatur unter Einwirkung des in ihm enthaltenen Schleimes nach einiger Zeit in saure Gährung über und bildet, während Gährungs- und Fadenpilze sich erzeugen, durch Zersetzung des Harnfarbstoffes Milch- oder Essigsäure, wodurch Harnsäure aus ihren Verbindungen frei wird und in Form rhombischer oder prismatischer, durch den Harnfarbstoff gelb oder röthlich gefärbter Crystalle sich niederschlägt. Früher oder später schwindet die Säure, der Harn wird durch Zersetzung des Harnstoffes, vielleicht auch der Farbstoffe ammoniakhaltig und alkalisch und treten grosse farblose pyramidale Prismen oder sternförmig gruppirte, in Essigsäure lösliche Nadeln von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia (Tripelphosphat) auf, die mit vielen Infusorien (Vibrionen und Monaden) gemengt, ein oberflächliches Häutchen und mit Körnern von harnsaurem Ammoniak, auch wohl kohlensaurem Kalk ein weisses Sediment bildet. Unter noch unbekannten Verhältnissen und selten erscheinen im Harn die sechsseitigen Prismen des Cystins, häufiger, besonders nach kohlensäurehaltendem Getränk, auch bei Schwangern, die in Essigsäure unlöslichen Octaeder von oxalsaurem Kalk. Ist die Harnsäure vermehrt, wie nach Genuss stickstoffreicher Nahrung, beim Mangel an Bewegung, nach Störung der Verdauung, in Fiebern etc., so bildet sich schon beim Erkalten des Harns ein mehr oder minder reichliches gelbliches Sediment von harnsaurem Natron in Form von isolirten oder haufenweise beisammenliegenden Körnchen, die beim Erwärmen sich lösen. Beginnt nun die saure Gährung, so scheiden sich dann oft die bedeutendsten Sedimente gefärbter Harnsäurecrystalle (ziegelrothe Sedimente) aus. Bei Blasenleiden geht der Harn oft rasch in Alkalescenz über und dann zeigen sich gleich die erwähnten Tripelphosphatcrystalle, die auch bei Schwangern sehr häufig sich finden

und anfangs in Form des oben erwähnten Häutchens für eine besondere Substanz (Kiestheïn) gehalten wurden.

Das Vorkommen von Eiweiss, Faserstoff und Fett im Innern der Harncanälchen erklärt sich meiner Meinung nach leicht, wenn man annimmt, dass in solchen Fällen eine Störung der Circulation und vermehrte Ausscheidung von Blutbestandtheilen in den *Malp.* Körperchen und den Harncanälchen statt hat, in Folge welcher die Epithelien dieser Theile, die sich dann auch bekanntlich in Menge im Harn finden, weggespült werden, womit natürlich jedes weitere Hinderniss für den ferneren Uebergang dieser Substanzen beseitigt ist. Ein Durchgehen von Fibrin durch das Epithel ist auch gedenkbar, ebensogut wie z. B. auf der Schleimhaut der Respirationsorgane, doch glaube ich nicht, dass ein dergestalt vermehrter Druck, der eine Transsudation von Faserstoff herbeiführt, die zarten Epithelien unbehelligt lassen wird. — Fehlen einmal die Epithelien, so ist es sehr die Frage, ob dieselben sich rasch wieder bilden und scheint mir, dass das so häufige Vorkommen von geringen Eiweissmengen im Harn oft auf nichts als auf localem, aus diesen oder jenen Gründen herbeigeführtem Mangel von Epithel beruht.

Untersuchung der Nieren. Die Harncanälchen isoliren sich durch Zerzupfen leicht und werden Epithel, *Membrana propria* und *Lumen* deutlich erkannt, wenn zur Befeuchtung Blutserum oder Eiweisslösung genommen wird. Neben ganzen Canälchen finden sich in jedem Präparat viele Epithelzellen einzeln und in Haufen, ja selbst, vor allem in den Pyramiden, als zusammenhängende lange Röhren, welche letztern oft einen eigenthümlichen Anblick gewähren, indem sie meist zusammenfallen, mehr abgeplattete Zellen zeigen und Gefässen ähnlich werden; eben so häufig kommen kürzere oder längere Schläuche der *Membrana propria* vor, die, wenn sie stark gefaltet sind, nicht immer gleich erkannt werden. Bei der Erforschung der Pyramiden verwechsle man die ungemein zahlreichen Gefässe nicht mit *Bellini*'schen Röhrchen oder deren herausgetretenem Epithel. Der Zusammenhang der Harncanälchen mit den *Malp.* Kapseln ist an Frosch- und Fischnieren bei vorsichtigem Zerzupfen leicht zu finden, aber auch bei Säugethieren wird man selten vergebens darnach forschen, wenn man feine Schnitte erhärteter und besonders injicirter Präparate durchgeht. Die *Glomeruli* selbst erkennt man häufig bei natürlicher Injection, noch besser nach künstlicher Füllung, die mit jeder feinen Masse von den Arterien aus sehr leicht gelingt. Bei solchen Injectionen füllt sich auch, wenn sie gerathen, das ganze Capillarnetz der Rinde und der Pyramiden und lässt sich dann auf senkrechten Schnitten namentlich dieser Theil des Circulationsapparates sehr genügend erkennen. Hierzu nehme man noch von den Venen aus injicirte Nieren, an denen sich nur die Capillarnetze, nicht aber die *Glomeruli* füllen und für das Studium der *Vasa efferentia* von den Arterien aus nicht ganz vollständig gefüllte Präparate Den Verlauf der Harncanälchen studirt man an feinen Schnitten durch Alkohol, Kochen in verdünnter Salpetersäure und Trocknen *(Wittich)*, oder durch Chromsäure erhärteter Nieren, die man durch Essigsäure aufhellt, oder an mit dem Doppelmesser gemachten Segmenten frischer, auch injicirter Nieren, an denen man die wichtigsten Verhältnisse, selbst die Theilungen der *Bellini*'schen Röhrchen erkennt, doch ist es immer noch dienlich, die Harncanälchen zu injiciren, wozu von Säugethieren das Pferd am besten sich eignen soll. Dies kann geschehen durch zufällige Extravasatbildung in den *Malp.* Kapseln beim Injiciren der Arterien, wobei jedoch selten mehr als die gewundenen Canälchen sich füllen, besser durch Injection vom Ureter aus unter Mitwirkung der Luftpumpe (*Huschke*, *Isis* 1826) oder indem man, während das Nierenbecken fortwährend nachgefüllt wird, durch Kneten desselben mit der Hand die Masse in die *Bellini*'schen Röhrchen und weiter zu treiben sucht *(Cayla)*. Mittelst sehr feiner Canülen kann man auch einzelne Canälchen direct von den Papillen aus injiciren.

Literatur. *M. Malpighi*, *de renibus*, in *Exercit. de visc. struct.*; *Al. Schumlansky*, *Diss. de structura renum, c. tab. Argentor.* 1782, 4.; *W. Bowman*, *On the structure and use of the Malpighian bodies of the Kidney*, in *Phil. Trans* 1842. *I. p.* 57; *C. Ludwig*, Beiträge zur Lehre vom Mechanismus der Harnsecretion, Marburg 1843, und Art. Niere in *Wagn.* Handw. II. p. 628; *J Gerlach*, in *Müll.* Archiv 1845 und 1848; *Kölliker*, in *Müll.* Arch. 1845; *Remak*, in Fror. N. Not. Nr. 768, 1845, S. 308; *F. Bid-*

der in *Müll.* Arch. 1845, und Untersuchungen über die Geschlechts- und Harnwerkzeuge der Amphibien, Dorpat 1848; *J. Hyrtl*, in Zeitschr. d. Wien. Aerzte, 1846; *C. v. Patruban*, Beiträge zur Anatomie der menschlichen Niere, in Prag. Viertelj. 1847, III; *G. Johnson*, Art. *Ren*, in *Cycl. of Anat., Mai* 1848; *V. Carus*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. II, S. 61; *v. Wittich*, in Arch. f. path. Anat. III, 1, 1849; *v. Hessling*, in Fror. Not. 1849, S. 264, und Histologische Beiträge zur Lehre von der Harnsecretion, Jena 1851; *Frerichs*, Die *Bright*'sche Nierenkrankheit, 1851; *A. Lang, De adipe in urina et renibus contento. Dorp.* 1852. *Diss.* — *Viner Ellis*, *On the musc. struct. in the urinarg and certain of the generat. org.; med.-chir. trans.* 1857, *p.* 327; *Virchow*, Bem. üb. d. Circulationsverh. in den Nieren, Archiv f. path. Anat. XII, p. 310; *C. E. Isaacs*, Zur fein. Anat. d. Niere, aus d. New York Journal, in *Schmidt's* Jahrb. 1857, p. 155; *A. Ecker's*, *Icon. phys. Tab. VIII.* — Ausserdem sind zu vergleichen die bekannten Handbücher der Anatomie, besonders die von *Henle*, *Valentin*, *J. Müller* und mir, die Schriften über Entwickelungsgeschichte, besonders *Valentin*, *Rathke* Abh. z. Entw. II, p. 97 u. *J. Müller*, *De gland. sec. structura*, und endlich die Jahresberichte von *Reichert*, 1846 u. 1849.

Von den Nebennieren.

§. 195.

Die Nebennieren, *Glandulae suprarenales*, sind paarige Organe, die im Bau noch am meisten den Blutgefässdrüsen sich anschliessen und mit Bezug auf ihre Function gänzlich unbekannt sind. Eine jede Nebenniere besteht aus einer ziemlich festen aber dünnen bindegewebigen Hülle, die das ganze Organ genau umgibt und durch viele Fortsätze mit dem eigentlichen Parenchym sich verbindet, das von einer Rinden- und Marksubstanz gebildet wird. Die erstere, *Subst. corticalis*, ist derber, $\frac{1}{8}$—$\frac{1}{2}'''$ dick, leicht in der Richtung der Dicke reissend und auf dem Bruche faserig. Ihre Farbe ist grösstentheils weisslichgelb oder gelb, geht jedoch im innersten Drittheile gewöhnlich in braungelb oder braun über, so dass man auf Durchschnitten zwei Lagen, eine äussere breite helle Schicht und einen schmalen dunklen Saum nach innen unterscheidet. Die Marksubstanz ist normal heller als die Rinde und zwar grauweiss mit einem Stich ins röthliche, doch kann dieselbe, wenn ihre zahlreichen Venen mit Blut gefüllt sind, auch eine dunklere mehr venöse Farbe annehmen. Ihre Consistenz ist geringer als die der Rinde, doch nicht so sehr als man gewöhnlich glaubt, und was ihre Dicke anlangt, so ist dieselbe an den dünnen Rändern und am obern äussern Ende des Organes sehr unbedeutend ($\frac{1}{6}$—$\frac{1}{3}'''$) in der Mitte dagegen und an der untern innern Hälfte steigt dieselbe bis zu 1 selbst $1\frac{1}{2}'''$ an. Beim Menschen löst sich an Leichen die Rindensubstanz äusserst gern von der Marksubstanz los und enthält dann die Nebenniere eine oft das ganze Organ einnehmende Höhle, in welcher ein von der halb zerfallenen braunen Lage der Rinde herrührender und mit Blut vermengter schmutziger Brei, nebst dem mehr unveränderten Mark enthalten ist, welches jedoch in selteneren Fällen ebenfalls zerfällt.

§. 196.

Feinerer Bau. Die Rindensubstanz besitzt als Gerüste ein zartes Maschenwerk von Bindegewebe, das, im Zusammenhange mit der Hülle und

von ihr ausgehend, mit dünnen untereinander vereinten Blättern diese ganze Lage durchzieht und eine sehr grosse Menge dicht beisammenstehender senkrecht von aussen nach innen durch die ganze Dicke der Rinde verlaufender Fächer von 0,016—0,02, selbst 0,03''' Breite begrenzt. In diesen Fächern liegt eine körnige Masse, die durch zartere, schief oder querverlaufende bindegewebige Scheidewände in grössere und kleinere Gruppen vertheilt wird, welche *Ecker* als Drüsenschläuche beschreibt und innerhalb einer structurlosen Haut eine körnige mit Kernen oder auch Zellen gemengte Masse enthalten lässt. Ich habe jedoch in diesen Rindencylindern, wie ich sie nennen will, in den meisten Fällen nichts anderes als rundlicheckige Zellen von 0,006—0,012''' gesehen und glaube ich, dass *Ecker* durch das seltenere Vorkommen wirklicher Schläuche sich hat bewegen lassen, die compacten im Innern der Rinde vorkommenden Aggregate der genannten Zellen, die von 0,024—0,048—0,06''' Länge besitzen, für besondere Schläuche zu halten. Es sind nämlich die Rindenzellen, die an der innern und äussern Oberfläche der Rinde mehr isolirt in den Fächern zu finden sind, im Innern zu ovalen oder cylindrischen Massen fest vereint, an denen häufig die Umrisse der Zellen zu einer einzigen Gesammt-Contour zusammenfliessen. Nie wollte es mir jedoch gelingen eine andere die Zellen umschliessende Hülle als das Bindegewebe der entsprechenden Fächer zu finden und fast immer gelang auch durch Druck oder Zusatz von Alkalien die Isolirung der Zellen, ohne dass ein besonderer Schlauch zum Vorschein kam. Wirkliche Schläuche sah ich bisher nur in den innern Theilen der Rinde, als 0,02—0,03''' grosse runde oder ovale Blasen, in deren Innern keine Zellen, wie sie die Rindencylinder bilden, sondern nur ein Aggregat von Fetttropfen zu erkennen war und die ich für vergrösserte Zellen zu halten geneigt bin. Der Inhalt der Rindenzellen besteht normal aus feinen Körnern einer stickstoffhaltigen Substanz, dazu kommen aber fast immer einzelne Fettkörnchen, die in vielen Fällen (bei gelber Rindensubstanz) in solcher Menge vorhanden sind, dass sie die Zellen ganz erfüllen, welche dann Leberzellen aus Fettlebern täuschend ähnlich sehen. In der braunen Lage der Rinde sind die Zellen mit braunen Pigmentkörnchen ganz gefüllt.

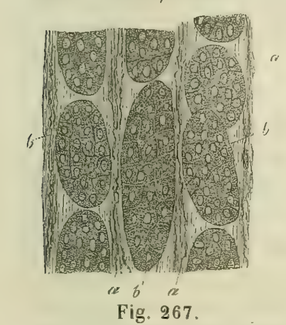


Fig. 267.

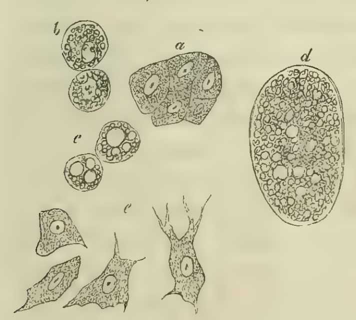


Fig. 268.

Fig. 267. Ein Stückchen eines senkrechten Schnittes durch die Rinde der Nebenniere des Menschen. *a.* Scheidewände von Bindegewebe, *b.* Rindencylinder, deren Zusammensetzung aus Zellen mehr oder weniger deutlich ist. Vergr. 300.

Fig. 268. Aus der Nebenniere des Menschen. *a.* Fünf mit blassem Inhalt gefüllte Zellen von der Spitze eines Rindencylinders, *b.* pigmentirte Zellen aus der innersten Schicht der Rinde, *c.* fetthaltige Zellen aus einer gelben Rindenschicht, *d.* eine grössere mit Fett gefüllte Cyste aus einer solchen Rinde (Drüsenschlauch, *Ecker*), *e.* Zellen aus der Marksubstanz zum Theil mit Fortsätzen. Vergr. 350.

Die **Marksubstanz** hat ebenfalls ihr *Stroma* von Bindegewebe, welches als Ausläufer der Rindenblätter mit meist zartern Bündeln das ganze Innere durchzieht und ein Netzwerk mit ziemlich engen rundlichen Maschen darstellt. In denselben liegt eine blasse feinkörnige Masse, in der ich beim Menschen bei sorgfältiger Behandlung und in frischen Präparaten fast immer blasse Zellen von 0,008—0,016‴ erkenne, die durch ihren feinkörnigen, hie und da mit einigen wenigen Fett- oder Pigmentkörnchen versehenen Inhalt, ihre häufig sehr schönen Zellenkerne mit grossen *Nucleoli*, ihre eckigen Formen und hie und da vorkommende, ein- oder mehrfache, selbst verästelte Ausläufer, an die Nervenzellen der Centralorgane erinnern, ohne jedoch mit Bestimmtheit als solche ausgesprochen werden zu können.

§. 197.

Gefässe und Nerven. Die Blutgefässe der Nebennieren sind zahlreich. liegen in dem bindegewebigen *Stroma* und bilden zweierlei Capillarnetze, eines in der Rinde mit länglichen Maschen, eines im Mark mit mehr rundlichen Zwischenräumen. Die Arterien entspringen als viele (bis zu 20) kleine Stämmchen aus den benachbarten grösseren Arterien *(Phrenica, Coeliaca, Aorta, Renalis)* und dringen theils direct ins Mark, theils verästeln sie sich in der Rinde. Die letztern zahlreicheren überziehen mehrfach verästelt die äussere Oberfläche des Organes und bilden schon in der Hülle desselben ein weiteres Capillarnetz. Dann senken sie sich, in viele feine Zweige aufgelöst in die Bindegewebssepta der Rinde ein, verlaufen in diesen immer feiner werdend gerade gegen das Mark zu und hängen unterwegs durch ziemlich zahlreiche Queranastomosen zusammen, so dass die Rindencylinder von allen Seiten von Blut umgeben sind. Die Enden dieser Gefässe gelangen bis ins Mark und bilden in demselben gemeinschaftlich mit den direct in dasselbe eindringenden Arterien (von denen jedoch nach *Nagel* beim Schaf einzelne aus dem Mark ganz an die Rinde gehen) ein reicheres Capillarnetz etwas stärkerer Gefässe. Die **Venen** entspringen vorzüglich aus diesem letztern Capillarnetz und vereinen sich innerhalb der Marksubstanz zur Hauptvene des Organs, der *V. suprarenalis*, die an der vordern Fläche aus dem sogenannten *Hilus* hervortritt und rechts in die Hohlvene, links in die Nierenvene sich einsenkt. Ausserdem kommen aus der Rinde noch eine ziemliche Zahl kleinerer Venen hervor, die zum Theil paarig die Arterien begleiten und in die Nieren- und Zwerchfellsvenen und in die untere Hohlvene einmünden. — Von **Lymphgefässen** habe ich bisher nur einige

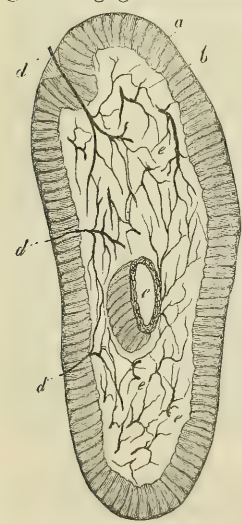


Fig. 269.

Fig. 296. Querschnitt der Nebenniere des Kalbes, etwa 15mal vergr., mit Natron behandelt. *a.* Rinde, *b.* Mark, *c.* Centralvene von etwas Rindensubstanz umgeben, *d.* drei eintretende Nervenstämme, *e.* Nerven und ihre Ausbreitung im Innern.

Stämmchen an der Oberfläche des Organs, dagegen keine im Innern oder aus demselben herauskommende gesehen. Die Nerven der Nebennieren sind, wie *Bergmann* richtig angegeben hat, ungemein zahlreich und stammen aus dem *Ganglion semilunare* und dem *Plexus renalis*, nach *Bergmann* einem kleinen Theile nach auch aus dem *Vagus* und *Phrenicus*. Ich zählte beim Menschen an der rechten Nebenniere 33 Stämmchen, 8 von $1/5$—$1/10'''$, 5 von $1/14$—$1/20'''$, 7 von $1/25$—$1/33'''$ und 13 von $1/45$—$1/50'''$ und fand dieselben ohne Ausnahme nur oder doch ungemein vorwiegend aus dunkelrandigen feineren und mitteldicken, selbst dicken Nervenröhren gebildet, weisslich oder weiss und mit einzelnen grössern und kleinern Ganglien besetzt, die, wie *Virchow* neulich fand, selbst noch im Innern des Organes vorkommen können. Dieselben treten besonders an die untere Hälfte und den innern Rand des Organs heran und scheinen alle für die Marksubstanz bestimmt zu sein, in der man, wenigstens bei Säugethieren, in die Bindegewebsbalken eingeschlossen ein äusserst reichliches Netz dunkelrandiger feinerer Röhren findet, ohne dass irgendwo Endigungen zu erkennen sind. Beim Menschen ist das Mark so verändert, dass man die Nerven nur bis zum Eintritte in dasselbe, nicht aber in ihrer weiteren Verbreitung zu verfolgen im Stande ist.

§. 198.

Physiologische Bemerkungen. Die Nebennieren entwickeln sich gleichzeitig mit den Nieren und unabhängig von ihnen aus einem von dem mittleren Keimblatte (*Remak*) stammenden Blasteme, über dessen erstes Auftreten und Wachsen nichts bekannt ist, und sind anfänglich grösser als die Nieren. Im 3. Monate werden beide Organe gleich; beim 6monatlichen Embryo verhalten sich die Nebennieren dem Gewichte nach zu den Nieren wie 2 : 5, beim reifen Fötus wie 1 : 3, beim Erwachsenen wie 1 : 8 (*Meckel*). Bei Säugethieren sind die Nebennieren von Anfang an kleiner als die Nieren und wachsen auch in gleichem Verhältnisse wie sie. — Ueber die histiologische Entwickelung des Organes ist wenig bekannt. Ich untersuchte dieselbe bisher nur bei einem 3monatlichen Embryo, wo ich wie *Ecker* die Rinde weisslich, das Mark weissröthlich und beide aus Zellen und Fasern bestehend fand. Die Zellen maassen 0,012—0,02''', hatten schöne zum Theil colossale Kerne mit prächtigen *Nucleoli* und in der Rinde auch Fettmolecüle. Von den Nerven sah ich noch nichts. Von Schläuchen sah *Ecker* bei einem neugebornen Kaninchen noch nichts, dagegen fand er dieselben bei Rindsembryonen von 1' 6'' Länge sehr deutlich, aber klein von 0,05—0,15 Mm.

Mit Bezug auf die Functionen der Nebennieren, so lässt sich vorläufig beim Mangel aller physiologischen Anhaltspunkte und so lange als der Verlauf der Nerven in denselben nicht viel genauer bekannt ist, nichts anderes als etwas ganz Allgemeines sagen. Ich halte die Rinden- und Marksubstanz für physiologisch verschieden. Die erste kann vorläufig zu den sogenannten Blutgefässdrüsen gestellt und ihr eine Beziehung zur Secretion zugeschrieben werden, während die letztere ihres ungemeinen Nervenreichthums halber als ein zum Nervensysteme gehörender Apparat bezeichnet werden muss, in dem die zelligen Elemente und die Nervenplexus

entweder in ähnlicher Weise auf einander einwirken wie in grauer Nervensubstanz oder in noch ganz unermittelten Beziehungen zu einander stehen (s. m. Mikr. Anat. II. 2. p. 384). Vielleicht dass eine genaue chemische Untersuchung des Organes bestimmtere Aufschlüsse liefern wird. Schon jetzt kennen wir durch *Vulpian* aus dem Marke eine durch wässerige Jodlösung schön rosig und durch $Fl_2 Cl_3$ und $Fe_2 O_3$ Salze grün sich färbende Substanz, so wie das Vorkommen von Hippursäure und Taurocholsäure und durch *Virchow*, der diese Angaben bestätigt hat, ist auch viel *Leucin* und *Lecithin (Myelin V.)* nachgewiesen.

Zur Untersuchung der Nebenniere wähle man vor allem grössere Säugethiere und dann erst den Menschen. Die Rinde ist leicht zu erforschen, wenn ihre Elemente wenig Fett enthalten und empfehlen sich vor allem feine senkrechte Schnitte frischer oder in Alkohol und Chromsäure erhärteter Objecte, die man durch etwas Natron aufhellt. Die Marksubstanz zerfällt auch bei Thieren sehr leicht, so dass ihre Elemente nicht oder nur zum Theil in ihren normalen Verhältnissen sichtbar werden, doch sieht man dieselben hie und da ohne Weiteres recht hübsch, ebenso an Chromsäurepräparaten. Die Nerven findet man bei Thieren auf feinen Segmenten nach Natronzusatz äusserst leicht und lässt sich, wenn man gerade an den äusserlich sichtbaren Eintrittsstellen derselben einschneidet, ihr Durchtreten durch die Rinde leicht zur Anschauung bringen. Für die Gefässe müssen, am besten beim Schaf oder Spanferkel, Injectionen gemacht werden, die sowohl von der Arterie als der klappenlose Vene aus leicht gelingen.

Literatur. *Nagel*, *Diss. sistens ren. succ. mammal. descript. Berol.* 1838, u. *Müll.* Arch. 1836; *C. Bergmann*, *Diss. de glandulis suprarenal.*, *c. tab. Gött.* 1839, *A. Ecker*, Der feinere Bau der Nebennieren beim Menschen und den 4 Wirbelthierclassen, Braunschweig 1846, u. Art. Blutgefässdrüsen in *Wagn.* Handw. d. Phys. Bd. IV, 1849; *H. Frey*, Art. *Suprarenal capsules*, in *Todd's Cyclop. of Anat. Oct.* 1849; *Leydig*, in Beitr. z. Anat. d. Rochen etc. 1852, und in Anat. Unt. v. Fischen und Rept. 1853; *B. Werner; De capsulis suprarenal. Dorp.* 1857, *Diss.*; *Vulpian*, in *Gaz. méd* 1856, *p.* 656, 1857, *p.* 84; *Gaz. hebd.* 1857, *p.* 665; *R. Virchow*, Zur Chemie der Nebennieren, in Archiv XII, 1857, p. 481; *G. Harley*, *The histology of the suprarenal capsules. Lancet* 5. *and* 12. *June* 1858.

Von den Geschlechtsorganen.

A. Männliche Geschlechtsorgane.

§. 199.

Die männlichen Geschlechtsorgane bestehen 1) aus zwei den Samen secernirenden Drüsen, den Hoden, die nebst besondern Hüllen, den Scheidenhäuten, im Hodensack enthalten sind, 2) aus den Ausführungsgängen derselben, den Samenleitern und Ausspritzungsgängen nebst ihren Anhängen, den Samenblasen, 3) aus den Begattungsorganen, dem männlichen Gliede und seinen Muskeln, 4) endlich aus besondern Anhangsdrüsen, der *Prostata* und den *Cowper*'schen Drüsen.

§. 200.

Die Hoden, *Testes*, sind zwei ächte Drüsen, welche innerhalb einer besondern Hülle, der *Tunica albuginea sive fibrosa*, die secernirenden Elemente in Gestalt vielfach gewundener Röhrchen, den Samencanälchen, enthalten. Die Hülle (Fig. 270 *e*) ist eine weisse, derbe und dicke Haut, die im Bau mit andern fibrösen Häuten (*Dura mater* vor allem) ganz übereinstimmt, und als geschlossene Kapsel das Hodenparenchym überall umschliesst. Ihre äussere Fläche ist ausser da, wo der Nebenhoden am Hoden anliegt, durch einen besondern Ueberzug (*Tunica adnata)* glatt und glänzend, während die innere durch eine dünne Schicht von lockerem Bindegewebe mit der Hodensubstanz sich verbindet und ausserdem noch durch eine bedeutende Zahl von Fortsätzen in das Innere desselben eindringt. Unter diesen ist das *Corpus Highmori*, *s. Mediastinum testis*, das als eine senkrecht stehende, $^3/_4$—1″ lange, am Ursprung dicke Lamelle von derbem Bindegewebe vom hintern Rande des Hodens etwa 3—4‴ tief ins Innere eindringt, der bedeutendste (Fig. 270 *h*), dazu kommen aber noch viele von der gesammten innern Oberfläche der *Albuginea* ausgehende platte, aus lockerem Bindegewebe bestehende Fortsätze, *Septula testis* (Fig. 270 *o*), welche, die einzelnen Abtheilungen des Drüsengewebes von einander sondernd und die Gefässe desselben tragend, von allen Seiten gegen das *Corp. Highmori* zusammentreten und zugespitzt an den Rand und die Flächen desselben sich ansetzen.

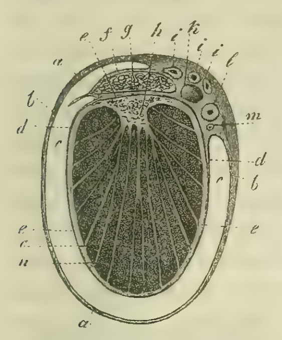


Fig. 270.

Die Drüsensubstanz des Hodens ist nicht durchweg gleichartig, sondern besteht aus einer gewissen Zahl (100—250) birnförmiger, jedoch nicht überall vollständig von einander gesonderter Läppchen, *Lobuli testis*, welche alle mit ihren Spitzen gegen den *Highmor*'schen Körper convergiren, in der Nähe desselben am kürzesten, zwischen den Rändern des Organes dagegen am längsten sind (Fig. 271 *n*, 272 *b*). Ein jedes dieser Läppchen wird von 1—3 $^1/_8$—$^1/_{15}$‴ dicken Samenröhrchen oder Samencanälchen, *Tubuli s. Canaliculi seminiferi s. seminales*, gebildet, welche, vielfach gewunden und in ihrem Laufe ziemlich häufig sich theilend, auch wohl anastomosirend, eine compacte Masse bilden und zuletzt am dicken Ende der Läppchen mehr im Innern oder an der Oberfläche derselben blind oder mit Schlingen enden (Fig. 271). Die Samencanälchen eines Läppchens, obschon durch etwas Bindegewebe und Gefässe mit einander verbunden, lassen sich doch durch sorgfältige Präparation in grosser Ausdehnung, ja selbst ganz isoliren und ergibt

Fig. 270. Querschnitt durch den rechten menschlichen Hoden und seine Häute, *a. Vaginalis communis*, *b. Vaginalis propria*, äussere Lamelle, *c.* Höhle der *Propria*, die im Leben fehlt, *d.* innere Lamelle der *Propria (Adnata)*, mit *e.* der *Albuginea* verschmolzen, *f* Uebergang der *Propria* auf den Nebenhoden *g*, *h.* Highmor'scher Körper, *iii.* Aeste der *Arteria spermatica*, *k. Vena spermatica interna*, *l. Vas deferens*, *m. Art. deferentialis*, *n. Lobuli testis*. *o. Septula*.

sich die Länge eines derselben nach *Lauth* zu 13—33″. — An dem spitzen Ende eines jeden Läppchens werden die Samencanälchen mehr gerade und treten dann jedes für sich oder die 2—3 aus einem Läppchen stammenden zu einem Canälchen vereint, als *Ductuli recti* von $^1/_{10}$‴ Durchmesser (Fig. 272 *c*) in die Basis des *Highmor*'schen Körpers ein, woselbst sie ein in dessen ganzer Länge sich erstreckendes, sehr dichtes, 2—3‴ breites, 1½‴ dickes Geflecht, das Hodennetz, *Rete testis (R. vasculosum Halleri)* bilden (Fig. 272 *d*). Aus dem obern Ende dieses Geflechtes, dessen Canälchen von $^1/_{12}$—$^1/_{33}$ (0,03—0,08″) messen, treten 7—15 ausführende Samencanälchen, *Vasa efferentia testis s. Graafiana*, von $^1/_5$—$^1/_6$‴ (0,16—0,18) hervor (Fig. 272 *e*), die, die *Albuginea* durchbohrend, in den Nebenhoden übergehen. Hier verschmälern sich dieselben bis zu $^1/_8$ und $^1/_{10}$‴, winden sich in ganz ähnlicher Weise wie die Samencanälchen in den Hodenläppchen, jedoch ohne Theilungen und Anastomosen zu bilden, so dass eine gewisse Zahl kegelförmiger, mit den Spitzen gegen den Hoden zugewendeter Körper, die Samenkegel, *Coni vasculosi (s. Corp. pyramidalia)*, entstehen (Fig. 272 *f*). Diese Samenkegel setzen, indem sie durch Bindegewebe untereinander sich vereinen, den Kopf des Nebenhodens zusammen und aus ihren Canälchen, die am hintern obern Rande des Nebenhodens nach und nach miteinander zusammenfliessen, entsteht dann der einfache, 0,16—0,2‴ dicke Canal der *Epididymis* (Fig. 272 *g*), der in bekannter Weise gewunden den Körper und Schweif des Nebenhodens bildet, an seinem untern Ende gewöhnlich einen blinden Ausläufer *(Vas aberrans Halleri)* abgibt (Fig. 272 *i*) und dann in den anfangs $^1/_4$—$^1/_3$‴ weiten und noch gewundenen, bald geraden und $^3/_4$—1‴ weiten Samenleiter

Fig. 271.



Fig. 272.

Fig. 271. Schema des Verlaufes eines Samencanälchens.

Fig. 272. Hoden und Nebenhoden des Menschen. Nach *Arnold*. *a.* Hoden. *b.* Läppchen des Hodens, *c. Ductuli recti*, *d. Rete vasculosum*, *e. Vascula efferentia*, *f. Coni vasculosi*, *g.* Nebenhoden, *h. Vas deferens*, *i. Vas aberrans*, *m.* Aeste der *Spermatica interna* zum Hoden und Nebenhoden, *n.* Ramification am Hoden, *o. Art. deferentialis*, *p.* Anastomose mit einem Zweig der Spermatica.

(Fig. 272 *h*) übergeht. — Auch der Nebenhoden hat eine, jedoch sehr dünne ($^1/_6{}'''$) Faserhaut von grauweisser Farbe.

§. 201.

Bau der Samencanälchen, *Sperma*. Die Samencanälchen des Hodens sind, entsprechend ihrem Durchmesser, etwas derber gebaut als andere Drüsencanäle und bestehen aus einer Faserhaut und einem Epithel. Erstere von 0,0024—0,005''', im Mittel 0,003—0,004''' Dicke, wird aus einem undeutlich faserigen Bindegewebe mit Längskernen ohne Muskeln und selten mit einer Andeutung von elastischen Fibrillen zusammengesetzt und ist ziemlich fest und dehnbar. Eine einfache Lage rundlicher polygonaler Zellen von 0,005—0,008''', hie und da mit Andeutung einer *Membrana propria* als Unterlage, an der innern Fläche derselben vervollständigt den Drüsencanal, der so eine Wand von 0,007—0,01''' Gesammtdicke erhält. In jugendlichen Subjecten sind diese Zellen blass und fein granulirt, mit den Jahren sammeln sich jedoch in ihnen immer mehr Fettkörnchen an, die bald eine leicht gelbliche, z. Th. bräunliche Farbe der Samencanälchen bedingen, die schon bei Männern von mittlerem Alter sehr häufig und ohne Ausnahme im Alter gefunden wird. — Denselben Bau wie die Hodencanälchen besitzen auch die *Ductuli recti*, wogegen im *Rete testis* eine besondere Faserhaut nicht unterschieden werden kann und die Canäle desselben mehr nur wie von einem Pflasterepithel ausgekleidete Lücken in dem derben fibrösen Gewebe des *Highmor*'schen Körpers erscheinen. In den *Coni vasculosi* tritt die Faserhaut wieder auf und kommt nun bald auch eine Lage glatter Muskeln dazu, die mit queren Längsfasern noch an Canälen von $^1/_5$ bis $^1/_6{}'''$ zu erkennen ist. Die dickeren Theile des Nebenhodencanales sind mit Bezug auf die Muskeln ebenso gebaut wie der Samenleiter (siehe unten). Das Epithel des Nebenhodens anlangend, so glaubte man bisher, dasselbe sei ein einfaches Cylinderepithel, nun hat aber *O. Becker* die hübsche Entdeckung gemacht, dass dasselbe im

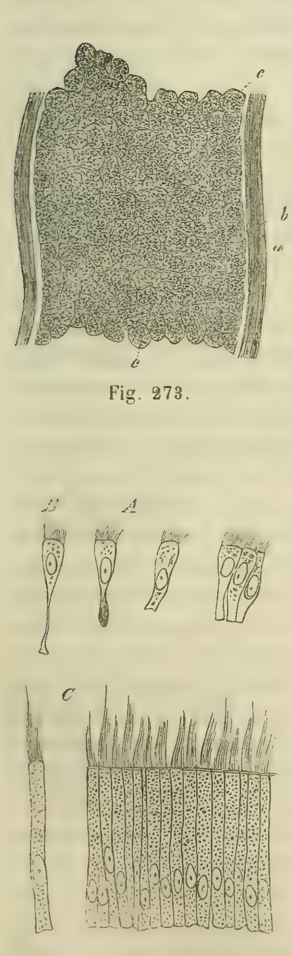


Fig. 273.

Fig. 274.

Fig. 273. Stück eines Samencanälchens des Mannes, 350mal vergr. *a*. Faserhülle mit Längskernen, *b*. heller Saum, wahrscheinlich eine *Membrana propria*, *c*. Epithel.

Fig. 274. Epithelzellen aus dem Nebenhoden eines Selbstmörders, 350mal vergr. *A*. Aus den *Vascula efferentia*, *B*. aus den *Coni vasculosi*, *C*. aus dem Anfang des Nebenhodencanals.

grössten Theile desselben, ein Flimmerepithelium ist. Ich habe die Angaben dieses Forschers an den Hoden eines Selbstmörders im Wesentlichen vollkommen bestätigt gefunden. Hier fand sich schon in den *Vascula efferentia* ein einfaches Epithel mit cylindrischen oder kegelförmigen Zellen von 0,01—0,015''' Länge, bräunlichen Körnchen im Innern und Flimmern von 0,003—0,004''' Länge (Fig. 274 *A*). In den *Coni vasculosi* waren die Zellen ebenso beschaffen, nur etwas länger und der Flimmersaum von 0,005''' Breite. Im Anfange des Nebenhodencanals bis gegen die Mitte des Nebenhodens zeigte sich ein einschichtiges (*Becker* nennt dasselbe mehrschichtig) Epithel mit zarten, feine dunkle Körnchen enthaltenden cylindrischen Zellen von colossaler Länge (0,02—0,025'''), deren Kern meist unter der Mitte sass und deren oft büschelförmig verklebte Wimpern die Länge von 0,01—0,015''' besassen (Fig. 274 *B*). In der Mitte des Nebenhodens bemerkte ich immer noch einzelne dieser langen Zellen, doch konnte ich mich nicht überzeugen, dass dieselben nicht von höher oben stammten, um so mehr, da neben ihnen auch kürzere Zellen ohne Wimpern sich fanden. Aehnliche Zellen, wie die letztgenannten, enthielt auch die *Cauda* und der Anfang das *Vas deferens*, nur dass von denen der letzten Stelle Manche wie einen hellen breiteren Endsaum besassen. Flimmerung sah ich in diesem Falle nicht, doch habe ich mich von der Existenz derselben bei Säugern hinreichend überzeugt und wie *Becker*, der dieselbe auch in einem exstirpirten Hodenstücke des Menschen sah, davon vergewissert, dass dieselbe in der Richtung gegen des *Vas deferens* geht.

Der Inhalt der Samencanälchen ist mit dem Alter verschieden. Bei Knaben und jungen Thieren finden sich in den engeren Canälchen nichts als kleine helle Zellen, von denen die äussersten als Epithelialzellen genommen werden können, jedoch nicht immer deutlich von den andern sich unterscheiden. Zur Zeit der Geschlechtsreife nehmen mit der Vergrösserung der Samencanäle auch die in ihnen enthaltenen Elemente an Umfang zu und erscheinen, wenn nun wirklich die Bildung des Samens eingeleitet ist, als 0,005—0,03''' helle runde Zellen und Cysten, die je nach der Grösse eine verschiedene Zahl von 1—10, ja selbst 20 helle Kerne von 0,0025—0,0035''' mit Kernkörperchen umschliessen. Ein Epithelium ist um diese Zeit in vielen Fällen nicht deutlich, vielmehr die Samencanälchen einzig und allein von den genannten Zellen eingenommen, andere Male und zwar besonders bei vorgerücktern Jahren findet sich dasselbe mit seinen fett- oder pigmenthaltigen Zellen vor und umschliesst die andern Elemente. Diese nun sind, mögen sie in dieser oder jener Weise auftreten, die Vorläufer des Samens, der im reifen Zustande einzig und allein aus einer höchst geringen Menge eines zähen Fluidums und unzähligen kleinen, linearen, mit eigenthümlicher Bewegung begabten Körperchen, den Samenfäden, *Fila spermatica*, oder Samenthierchen, Spermatozoa (auch Spermatozoiden) besteht. Diese Samenfäden sind vollkommen homogene, weiche Körperchen, an denen ein dickerer Theil, der Körper, auch Kopf, und ein fadenförmiger Anhang, der Faden oder Schwanz unterschieden werden. Der erstere ist abgeplattet, von der Seite birnförmig, mit dem spitzen Ende nach vorn, von der Fläche eiförmig oder selbst vorn abgerundet und zugleich, jedoch mehr nach vorn zu, leicht napf-

förmig ausgehöhlt, so dass er in der Mitte bald hell, bald dunkel erscheint. Seine Grösse beträgt 0,0016—0,0024''' Länge, 0,008—0,0015''' Breite, 0,0005—0,0008''' Dicke und sein Aussehen ist, je nachdem er auf der Fläche oder Kante liegt, heller oder dunkler, immer mit einem eigenthümlichen fettartigen Glanz und namentlich in der Seitenansicht dunkeln Contouren. Der blasse Faden hat im Mittel 0,02''' Länge, ist vorn, wo er durch eine Einschnürung mit dem breiteren Ende des Körpers sich verbindet, breiter (von 0,0003—0,0005''') und ebenfalls platt, und läuft allmählich in eine ganz feine, selbst bei den besten Vergrösserungen kaum sichtbare Spitze aus. Aus diesen Körperchen und hie und da einzelnen mehr zufällig beigemengten Körnchen, Kernen, Zellen, findet man den Samen im ganzen Laufe des Samenleiters und im Schwanze des Neben-

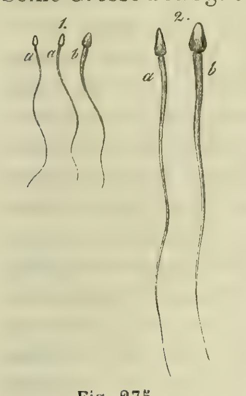


Fig. 275.

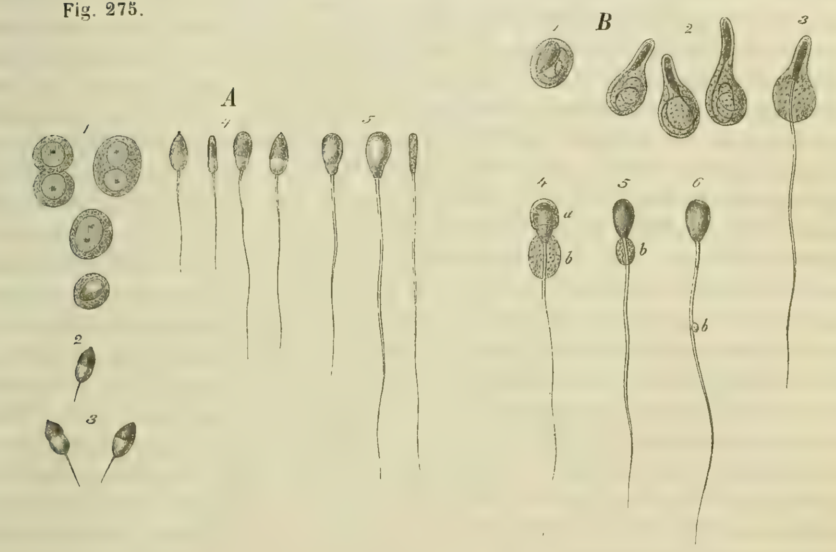


Fig. 276.

Fig. 275. Samenfäden des Menschen. 1. 350mal vergr. 2. 800mal vergr. *a*. Von der Seite, *b*. von der Fläche.

Fig. 276. Aus dem Samen des Stieres. 450mal vergr. *A*. Bildung der Samenfäden. 1. Samenzellen mit einem und vielen bereits länglichen Kernen, von denen jeder einen vorderen dunkleren und einen hinteren hellen Theil besitzt. 2, 3. Solche Kerne frei mit hervorsprossenden Fäden. 4. Solche mit längeren Fäden und schon z. Th. birnförmigem Körper. 5. Ein fast reifer Faden, dessen Körper noch einen Rest der ursprünglichen hellen hinteren Zone zeigt, und daneben zwei entwickelte Samenfäden aus dem Nebenhoden von der Fläche und von der Kante. *B*. Hervorbrechen der Samenfäden. 1. Samenzelle mit eingerolltem Samenfaden. 2. Durch theilweises Strecken des Fadens birnförmig gewordene Samenzelle. 3. Samenzelle mit durchgebrochenem Faden. 4. Ebensolche *b*, wo auch der Körper des Samenfadens hervorgetreten ist, jedoch noch eine Bekleidung von der Zellmembran *a*. besitzt. 5. Samenfaden aus dem Nebenhoden mit einem Rest der Mutterzelle *b*. 6. Samenfaden aus dem *Vas deferens* bei dem der sehr verkleinerte Anhang *b*. weiter rückwärts sitzt.

hodens bei kräftigen Männern zusammengesetzt, wogegen im obern Theile von diesem und im Hoden selbst noch andere Elemente und zwar die oben geschilderten Zellen und Cysten immer vorwiegender werden und zuletzt allein zurückbleiben. Diese Samenzellen und Cysten, wie ich sie nenne, stehen in bestimmter Beziehung zu den Samenfäden, und zwar entwickelt sich, wie ich vor Kurzem nachgewiesen habe, aus jedem Kerne derselben Ein Samenfaden, dadurch, dass der Kern sich verlängert und von seinem einen Ende aus einen Faden treibt, während zugleich der Rest des Kernes birnförmig gestaltet zum Körper des Samenfadens wird. Der eigentliche Heerd dieser Entwickelung ist der Hoden, so dass man unter normalen Verhältnissen sicher sein kann, in den innern Theilen desselben, oft in allen Samencanälchen ohne Ausnahme entwickelte Samenfäden in ihren Zellen zu finden. Im gesetzmässigen Laufe der Dinge werden die Samenfäden im Hoden selbst nicht oder nur dem kleinsten Theile nach frei und die Samencanälchen sind daher nichts weniger als der Ort, in dem man nach Samenfäden zu suchen hat, obschon man sie auch hier bei Wasserzusatz nie vermissen wird, weil durch dasselbe die umschliessenden Theile platzen, vielmehr geschieht dies erst im *Rete testis* und den *Coni vasculosi*. Bevor dies geschieht legen sich nicht selten die Samenfäden, wenn sie zu vielen (10—20) vorhanden sind, in ihren Cysten ganz regelmässig mit den Köpfen und Schwänzen zusammen in ein gebogenes Bündel aneinander, während sie, wenn sie in geringer Zahl sich finden, ohne Ordnung durcheinander liegen. Endlich platzen diese Zellen und Cysten, die Samenfäden werden frei und erfüllen zum Theil noch in Bündeln, die jedoch ebenfalls bald sich lösen, zum Theil isolirt in dichtem Gewirr den Nebenhoden ganz. In dessen unterem Theile ist der ganze Entwickelungsprocess in der Regel geschlossen, doch geschieht es nicht selten, dass einzelne Zwischenformen auch noch weiter geführt werden und erst im Samenleiter ans Ziel ihrer Ausbildung gelangen. Zu bemerken ist noch, dass die Samenfäden, wenn sie nur zu Einem in einer Zelle enthalten sind, derselben oft eine besondere birnförmige Gestalt geben (Fig. 276 *B*), ferner, dass sie häufig auch ihre Zellen einfach durchbrechen, so dass grössere oder kleinere Reste derselben in Form lappenartiger Ueberzüge der Körper oder rundlicher Anhängsel ihrer Fäden an ihnen zurückbleiben, von denen die letzteren oft an der grossen Mehrzahl der Samenfäden des Nebenhodens zu sehen sind und selbst noch im reifen *Sperma* vorkommen können. Für weitere Einzelheiten über die Bildungszellen der Samenfäden und ihre Entwickelung verweise ich auf meine Abhandlung in Zeitschr. f. wiss. Zool. VII.

Der Samen als Ganzes betrachtet ist, wie er im *Vas deferens* sich findet, eine weissliche, zähe, geruchlose Masse, die fast nur aus Samenfäden besteht und zwischen denselben äusserst wenig einer verbindenden Flüssigkeit enthält. Die chemische Zusammensetzung dieses reinen Samens ist beim Menschen noch nicht erforscht, dagegen wissen wir durch *Frerichs* vom Samen des Karpfen, dass die Samenflüssigkeit geringe Mengen von Schwefel- und phosphorsauren Alkalien enthält, während die Spermatozoen aus einer Proteinverbindung (nach *Frerichs Proteinbioxyd*) bestehen und daneben 4,05% eines gelblichen butterartigen Fettes und 5,21% phosphorsauren Kalk

enthalten. Ich selbst fand im reifen Samen des Ochsen: Wasser 82,06, feste Substans 17,94. Von dieser kamen auf den Eiweisskörper der Samenfäden 13,138, auf phosphorhaltiges Fett 2,165, Salze 2,637. — Der ejaculirte Samen ist ein Gemeng reinen Samens und des Secretes der Samenbläschen, der *Prostata* und der *Cowper*'schen Drüsen. Derselbe ist mehr farblos, opalisirend, von alkalischer Reaction und eigenthümlichem Geruch; bei der Entleerung zähflüssig und klebrig wie Eiweiss wird derselbe beim Erkalten gallertartig, nach einiger Zeit jedoch wieder dünner und flüssig. Mikroskopisch untersucht findet man in demselben neben den Spermatozoen eine ziemliche Menge einer hellen Flüssigkeit, die bei Wasserzusatz in unregelmässigen weisslichen Flocken und Fetzen erscheint und unzweifelhaft vorzüglich aus den Samenbläschen stammt. Diese gelatinirende Substanz, die *Henle* als Fibrin bezeichnete und *Lehmann* für Natronalbuminat hält, ist von *Vauquelin*, der menschlichen entleerten Samen analysirte, zusammen mit der Substanz der Samenfäden, als *Spermatin* bezeichnet worden, wovon er 6% fand, während sonst noch 90% Wasser, 3% Erdphosphate und 1% Natron vorhanden waren. — Trocknet man Sperma ein, so bilden sich unzählige Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia zwischen den unversehrten Spermatozoen, welche überhaupt, wahrscheinlich ihres bedeutenden Gehaltes an Kalk wegen, schwer zerstörbar sind. Dieselben lassen sich in Samenflecken noch nach langer Zeit beim Aufweichen derselben nachweisen, widerstehen in Wasser und thierischen Flüssigkeiten der Fäulniss sehr lange (*Donné* sah sie noch nach drei Monaten in faulem Harn) und bleiben selbst beim Glühen der Form noch unverändert zurück (*Valentin*). Die folgenden Angaben beziehen sich auf die Samenfäden des Stiers: Concentrirte Schwefelsäure färbt den Samen gelblich, löst jedoch selbst in 24 Stunden die Samenfäden nicht. In Traubenzucker und So_3 wird der Samen purpurroth, doch betrifft die Färbung nur die Zwischensubstanz. Concentrirte Salpetersäure färbt das Sperma gelblich und wie es scheint auch die Samenfäden etwas, die ausser, dass sie etwas schrumpfen, selbst nach 24 Stunden unverändert erscheinen. Zwei Minuten lang mit NO_5 gekocht, lösen sich die Fäden ebenfalls nicht. Salzsäure verändert in der Kälte die Fäden nicht. Nach dem Kochen sind die Körper noch da, aber ungemein blass, während die Schwänze geschrumpft erscheinen. Mit *Millon's* Reagens gekocht erscheint der Samen röthlich bis roth und scheinen auch die Samenfäden etwas gefärbt. *Acidum aceticum glaciale* wirkt weder in der Kälte noch nach anhaltendem Kochen und halten sich die Samenfäden Wochen lang in dieser Säure. Viel stärker als die Säuren greifen kaustische Alkalien ein, doch wirken auch sie in der Kälte fast nicht, man mag 1% oder 50% Lösungen anwenden. Bei erhöhter Temperatur lösen sich erst die Fäden und viel später die Körper, letztere auch in 50% Solutionen langsam. — Diesem zufolge ist die Substanz der Samenfäden der Säuger (über die der andern Wirbelthiere siehe meine oben citirte Abh.) kein Eiweisskörper, nähert sich vielmehr der Substanz, die die Membranen der Zellenkerne und elastischen Fasern bildet, löst sich jedoch leichter als die letztere in kaustischen Alkalien.

Die Bewegungen der Samenfäden fehlen im reinen Samen oft, da derselbe zu concentrirt ist, vielmehr treten dieselben erst im Inhalte der Samenbläschen und im ejaculirten Samen auf, oder wenn man reinen Samen verdünnt. Dieselben kommen einzig und allein durch abwechselndes Zusammenkrümmen und Ausstrecken oder schlängelnde Bewegungen der fadenförmigen Anhänge zu Stande und bewirken wenigstens beim Menschen und bei Säugethieren so lebhafte und mannigfache schlängelnde, drehende, zuckende Ortsbewegungen, wobei der Kopf immer vorangeht, dass man früher die Samenelemente für Thiere nahm. — Die Dauer der Bewegungen richtet sich nach verschiedenen Umständen. In Leichen nimmt man dieselbe nicht selten 12 bis 24 Stunden nach dem Tode noch wahr (*Valentin* sah sie einmal schwach noch nach 84 Stunden) und in den weiblichen Genitalien bewegen sie sich bei Säugethieren noch nach 7 und 8 Tagen. Wasser macht die Bewegungen bald aufhören und rollen sich nicht selten die Fäden schlingenförmig oder ösenartig auf. In diesem Zustande sind jedoch die Samenfäden nicht todt, wie man bisher allgemein geglaubt hat, indem es, wie ich gefunden, gelingt, dieselben durch Zusatz concentrirterer Solutionen von Salzen, Zucker, Eiweiss, Harnstoff etc. wieder zu beleben. Alle thierischen Flüssigkeiten von alkalischer Reaction und mässiger Concentration sind den Bewegungen der Samenfäden günstig, wogegen saure oder zu dünne Lösungen, wie der Harn, saure Milch, saurer Schleim, verdünnte Galle, eine schädliche Einwirkung haben. Lösungen mehr indifferenter Substanzen, wie von Zucker, Eiweiss, Glycerin, Amygdalin, Harnstoff sind unschädlich, wenn sie mässig concentrirt sind, schädlich, wenn sie zu verdünnt oder zu concentrirt sind. Im letztern Falle bringt Wasser, im erstern Zusatz einer beliebigen concentrirten an und für sich nicht schädlichen Substanz die Samenfäden wieder zum Leben. Genau in derselben Weise wirken alkalische Salze von neutraler Reaction. So wirkt günstig Kochsalz von 1 %, Glaubersalz und Bittersalz bei 3 %. Lösungen darüber und darunter heben die Bewegungen auf, doch lassen sich auch in diesem Falle die Samenfäden in derselben Weise, wie vorhin angegeben, wieder beleben. Säuren, Metallsalze, kaustische Alkalien sind schädlich, doch geht bei den letztgenannten Substanzen meinen Erfahrungen zufolge der ungünstigen Einwirkung eine Periode der Erregung, der lebhafteren Bewegung voran, so dass das kaustische Kali und Natron als eigentliche Erreger der Samenfäden bezeichnet werden können. Narcotica sind nur dann ungünstig, wenn sie auf die chemische Zusammensetzung der Samenfäden einwirken oder zu diluirt oder zu concentrirt sind. Alkohol, Aether, Oele, Kreosot, Chloroform, Gerbstoff etc. sind schädlich. Für weiteres Detail siehe meine schon citirte Abhandlung und die Untersuchungen von *Quatrefages*. Kälte hebt die Bewegungen der Samenfäden auf, ebenso eine Temperatur über + 42—45° R., doch kommen Samenfäden, wenn die Temperatur nicht zu niedrig war, in der Wärme wieder zur Bewegung.

§. 202.

Hüllen, Gefässe, Nerven des Hodens. Der Hoden sammt seiner Faserhaut und ein Theil des Nebenhodens werden zunächst von der eigenen Scheidenhaut, *Tunica vaginalis propria* (Fig. 270. *b. d. f.*), umschlossen, einer dünnen serösen Haut, die einmal ein Theil des Bauchfelles ist und im Bau demselben entspricht. Ihr Epithelium aus einer 0,005‴ dicken Lage heller polygonaler, 0,005—0,008‴ grosser Zellen mit schönen Kernen und hie und da einzelnen gelblichen Pigmentkörnern gebildet, sitzt am Hoden der *Fibrosa* unmittelbar auf, oder ist wenigstens hier als sogenannte *Tunica adnata testis* oder als viscerale Lamelle der *Propria* untrennbar mit der *Fibrosa* verschmolzen, während am Nebenhoden die *Serosa* sich deutlich isoliren lässt und wie in ihrem parietalen Blatte aus straffem Bindegewebe mit länglichen Kernen untermengt besteht. Die allgemeine Scheidenhaut des Hodens, *Tunica vaginalis communis*, ist eine derbe, ziemlich dicke, am Hoden aus festem Bindegewebe gebildete, höher oben aus mehr lockerem Faserwerk mit elastischen Fasern bestehende Haut, die die *Vaginalis propria* eng umschliesst und auch den Samenstrang und das untere Ende des Nebenhodens umhüllt. Zwischen ihr und der *Propria* und dem Nebenhoden liegt ungefähr den 2 unteren Dritttheilen des Hodens entsprechend, eine mit beiden Theilen fest verbundene Lage glatter Muskeln, innere Muskelhaut des Hodens, während an ihre äussere Seite der aus quergestreiften Fasern gebildete *Cremaster* sich inserirt. Der Hodensack endlich besteht aus der mit der *Communis* locker verbundenen äusseren Muskelhaut des Hodens oder der Fleischhaut, *Tunica dartos*, über welche §. 38 zu vergleichen ist, und der äussern Haut, die durch ihre Dünne, den Mangel an Fett, die Färbungen der *Epidermis* und die meist grossen Talg- und Schweissdrüsen sich characterisirt.

Die Blutgefässe des Hodens und Nebenhodens stammen aus der engen und langen *Spermatica interna*, die im Samenstrang verlaufend vom hintern Rande her an den Hoden herangeht und theils gleich in den *Highmor*'schen Körper eindringt, theils mit vielen Aesten geschlängelt in der Faserhaut des Hodens und an der innern Fläche derselben nach dem vordern Rande sich wendet. Die gröbere Ausbreitung im Hodenparenchym findet sich theils vom *Highmor*'schen Körper, theils von den Abgangsstellen der *Septula testis* von der *Albuginea* aus in diesen letztern, von denen aus dann viele kleinere Gefässchen ins Innere der Läppchen dringen und um die Hodencanälchen ein eher weitmaschiges Netz von 0,003—0,008‴ weiten Capillaren bilden. Am Nebenhoden findet sich ein ähnliches nur noch spärlicheres Netz, an dem auch die *Art. deferentialis* sich betheiligt (Fig. 272), dagegen sind das *Scrotum* und die Scheidenhäute von den *Artt. scrotales* und der *Spermatica externa* mit Gefässen reichlich versorgt. — Die Venen wiederholen die Arterien und was die Lymphgefässe anlangt, so sind einmal diejenigen des *Scrotum* und der Scheidenhäute recht zahlreich, dann aber auch nach den schönen Untersuchungen von *Panizza (Osservazioni Tab. VIII)*, die *Arnold* bestätigt, diejenigen des Hodens sehr entwickelt. Dieselben kommen theils aus dem Innern,

theils von der Oberfläche von Hoden und Nebenhoden, erzeugen unter der *Tunica adnata* schöne Netze und führen durch mehrere im Samenstrang gelegene Stämmchen, die mit denen der Scheidenhäute sich verbinden, schliesslich zu den Lendendrüsen.

Die spärlichen Nerven des Hodens stammen vom *Plexus spermaticus internus* und verlaufen mit den Arterien zum Hoden. Ich habe mich vergebens bemüht ihren Lauf im Innern zu erforschen, da es nur selten gelingt, selbst im Begleit der grösseren Arterien des Parenchyms, Nerven mit dunkelrandigen Fasern zu sehen.

Von der von mir aufgefundenen inneren Muskelhaut des Hodens sollen sich nach *Rouget* Muskelbündel nicht nur auf die *Albuginea*, sondern auch in die *Septula testis* fortsetzen. — Die sogenannten Morgagni'schen Hydatiden am Kopfe des Nebenhodens enthalten nach *O. Becker*, wenn sie mit Samencanälchen des Nebenhodens in Verbindung stehen, immer Flimmerepithel, können aber auch solches enthalten, wenn sie ganz geschlossen sind.

§. 203.

Samenleiter, Samenbläschen, accessorische Drüsen, Organ von *Giraldès*. Die Samenleiter, *Vasa deferentia*, sind im Mittel 1—1½‴ weite, cylindrische Canäle mit Wänden von ½—⅔‴ und einem *Lumen* von ¼—⅓‴; die zu äusserst aus einer dünnen Faserhaut, dann einer mächtigen glatten Muskellage und zu innerst einer Schleimhaut zusammengesetzt sind. Die Muskelhaut von 0,38—0,6‴ Dicke besitzt eine äussere Längsfaserschicht, eine mittlere ebenso mächtige Lage von queren und schiefen Fasern und eine dünnere nur ⅕ der ganzen Muskelhaut betragende innere Längsschicht, und besteht aus starren und blassen bis 0,1‴ langen, in der Mitte 0,004—0,006‴ breiten Faserzellen, untermengt mit etwas Bindegewebe und einigen sehr blassen elastischen Fäserchen. Die Schleimhaut von 0,12‴ ist weiss, längsgefaltet und in dem letzten breitesten und weitesten Abschnitte des Samenleiters mit vielen grösseren und kleineren netzförmig angeordneten Grübchen versehen. Ihre äusseren zwei Dritttheile sind weisser und enthalten einen der dichtesten mir bekannten Filze von elastischen Fäserchen, während nach innen eine hellere, aus undeutlich faserigem Bindegewebe mit Kernen gebildete dünnere Lage folgt, auf welcher dann in einfacher Lage ein Pflasterepithel von 0,005—0,008‴ grossen Zellen ruht, die ohne Ausnahme eine gewisse Zahl bräunlicher Pigmentkörner enthalten, die der innern Oberfläche der *Mucosa* eine gelbliche Färbung ertheilen. Die Gefässe der Samenleiter sind in der äusseren Faserhaut sehr deutlich, dringen aber auch in die Muskel- und Schleimhaut und bilden in beiden lockere Netze von 0,003—0,005‴ weiten Capillaren. Nach *Swan (Nerves of the human body. Pl. V. 82; Pl. VI. 81)* wird der Samenleiter in der Beckenhöhle von reichlichen aber feinen Nerven umsponnen, die mit denen der seitlichen und mittleren Blasen- und Mastdarmnerven, sowie mit den hypogastrischen Geflechten in Verbindung stehen. Ich habe diese Nerven, die feine und *Remak*'sche Fasern führen, ebenfalls gesehen, jedoch nicht in das Innere zu verfolgen vermocht.

Den Samenleitern ähnlich gebildet erscheinen auch die *Ductus ejaculatorii* und die Samenbläschen, von denen die letztern bekanntlich nichts als blinde, mit warzigen, schlauchförmigen oder selbst verästelten Ausläufern versehene Anhänge der *Ductus deferentes* sind. Erstere zeigen in dem obern Theile denselben muskulösen Bau wie der Samengang, nur dass ihre Wände zarter sind. Nach der *Prostata* zu verdünnen sich ihre Häute noch mehr, zeigen jedoch auch am letzten Ende noch Muskeln mit ziemlich viel Bindegewebe und elastischen Fäserchen untermischt. Die Wände der Samenblasen sind bedeutend dünner als die der Samenleiter, besitzen jedoch denselben Bau wie diese, nur dass die deutlich gefässhaltige Schleimhaut durchweg mit netzartigen Gruben versehen ist. Aeusserlich sind die Samenbläschen von einer zum Theil nur bindegewebigen, zum Theil wie an der hintern Fläche deutlich muskulösen Hülle umgeben, die auch zwischen die einzelnen Windungen ihres Canales sich hineinzieht und dieselben vereint und am untern Ende als ein breites muskulöses Band von einem Samenbläschen auf das andere übergeht, eine Schicht, die neulich auch *V. Ellis* gesehen und *Compressor vesiculae et ductus seminis* nennt. — Der Inhalt der Samenbläschen ist normal eine helle, etwas zähe Flüssigkeit, die im Tode zu einer leichten Gallerte gesteht, jedoch später ganz sich verflüssigt und eine in Essigsäure sehr leicht lösliche Proteinverbindung enthält, die offenbar mit der in der Flüssigkeit des ejaculirten Samens enthaltenen identisch ist. Samenfäden habe ich mit vielen Andern häufig in den Samenbläschen gesehen, doch ist ihre Hauptfunction offenbar die, ein besonderes Secret zu liefern. Die Nerven der Samenblasen stammen aus dem *Sympathicus* und Rückenmark, zunächst aus dem reichen Samenblasengeflechte, *Pl. seminalis*, dessen Fäden zum Theil, jedoch ohne sich weiter verfolgen zu lassen, in die Häute der Samenblasen eindringen, zum Theil auf die *Prostata* übergehen, deren Geflecht, *Plexus prostaticus*, auch vom Blasen- und untern Beckengeflechte verstärkt wird.

Die *Prostata* ist meinen Erfahrungen zufolge, die *V. Ellis* und z. Th. auch *Jarjavay* bestätigen, ein sehr muskulöses Organ, so dass die Drüsensubstanz kaum mehr als ⅓ oder die Hälfte der ganzen Masse ausmacht. Geht man von innen nach aussen, so zeigt sich in inniger Verbindung mit der dünnen Schleimhaut, deren Epithel immer noch doppelschichtig ist, jedoch als oberflächliche Lage cylindrische Zellen besitzt, eine gelbliche Längsfaserschicht, die zum Theil vom *Trigonum vesicae* zum *Caput gallinaginis* sich erstreckt, zum Theil ohne Zusammhang mit den Blasenmuskeln ist, und zu gleichen Theilen aus Bindegewebe mit elastischen Fasern und aus glatten Muskeln besteht. Dann folgt eine mit dem *Sphincter vesicae* zusammenhängende und bis zum Schnepfenkopf sich erstreckende, mächtige Ringfaserlage von gleichem Bau, die ich *Sphincter Prostatae* nenne. Hat man sich durch diese verschiedenen Muskellagen hindurchgearbeitet, so stösst man endlich auf das eigentliche Drüsengewebe der *Prostata*, welches demnach vorzüglich die äusseren Theile des Organes einnimmt, jedoch allerdings auch mit einzelnen Läppchen in die Ringfasern eingreift und mit seinen neben dem Schnepfenkopf rechts und links ausmündenden zahlreichen Ausführungsgängen die longitudinalen und transversalen Fasern durchsetzt. Dasselbe besteht aus einer grauröth-

lichen, ziemlich derben Masse, die in der Richtung des Querdurchmessers des Organes sehr leicht in Fasern zerspaltet werden kann, genauer bezeichnet, von den Seitentheilen des Samenhügels radienartig nach allen Seiten der äussern Oberfläche des Organes ausstrahlt und einmal aus verschieden starken Bündeln evidenter glatter Muskeln mit etwas Bindegewebe und zweitens aus den Drüsen der *Prostata* zusammengesetzt ist. Die letzteren sind 30—50 zusammengesetzte traubenförmige Drüsen, von kegel- oder birnförmiger Gesammtform, die von den gewöhnlichen traubenförmigen Drüsen durch ihren lockeren Bau, das deutliche Gestieltsein vieler Drüsenbläschen und die geringe Entwickelung der kleinsten Drüsenläppchen sich auszeichnen, was zum Theil mit dem reichlich zwischen die Drüsenelemente sich hineinschiebenden Fasergewebe zusammenhängt. Die Drüsenbläschen sind birnförmig oder rundlich 0,05—0,1‴ gross, und von polygonalen oder kurz cylindrischen, 0,004—0,005‴ langen Epitheliumzellen mit braunen Pigmentkörnern ausgekleidet, während in den Ausführungsgängen dieselben Cylinder wie in der *Pars prostatica urethrae* sich finden. Das Secret der *Prostata* scheint dem der Samenbläschen ähnlich zu sein, wenigstens bestehen nach *Virchow* die sogenannten Prostatasteine, runde concentrische, in den Drüsenbläschen sich bildende 0,03—0,1‴ und darüber grosse Concretionen, aus derselben in Essigsäure löslichen Proteinsubstanz, die auch in den Samenbläschen zu finden ist. — Die *Prostata* besitzt eine das Drüsengewebe fest umschliessende, an glatten Muskeln reiche Faserhaut und ziemlich viele Gefässe, unter denen viele die Drüsenelemente umspinnende Capillaren und ein reichliches Venengeflecht unter der Schleimhaut der Urethra Berücksichtigung verdienen. Der Verlauf der vorhin schon erwähnten Nerven im Innern der *Prostata* ist unbekannt.

Der im Samenhügel mitten zwischen den *Ductus ejaculatorii* gelegene *Uterus masculinus* oder die *Vesicula prostatica* zeigt in seinen weissgelblichen, von einem Cylinderepithelium ausgekleideten Wänden, vorzüglich Bindegewebe und elastische Fäserchen, denen im Halse des Bläschens einige wenige, im Grunde dagegen ziemlich viele glatte Muskeln beigemengt sind. Im *Uterus masculinus* des Pferdes fand *Brettauer* (bei *Becker* l. i. c. p. 84) Flimmerepithel.

Die *Cowper*'schen Drüsen sind compacte, zusammengesetzt traubige Drüsen, deren Endbläschen von 0,02 — 0,05‴ von einem Pflasterepithelium ausgekleidet sind, während in den Ausführungsgängen Cylinder sich befinden. Die zarte die ganzen Drüsen umgebende Hülle, so wie das faserige *Stroma* im Innern derselben ist ziemlich reich an glatten Muskeln, welche neulich auch an den ¼‴ weiten Ausführungsgängen als longitudinale zarte Lage von mir aufgefunden wurden. Das Secret dieser Drüsen, das aus den Ausführungsgängen leicht sich erhalten lässt, ist gewöhnlicher Schleim.

Das Organ von *Giraldès (Corps innominé Gir.)* ist ein kleiner länglicher am obern Ende des Hodens im Samenstrange und zwar in der Nähe der Samengefässe an der vom *Vas deferens* abgelegenen Seite befindlicher Körper von etwa ½″ Länge und weisslicher Farbe, der bei mikroskopischer Untersuchung aus ziemlich vielen isolirten röhrigen und blasigen Gebilden von man-

nigfacher Form besteht, welche von einem ziemlich gefässreichen Bindegewebe umhüllt werden. Die Röhren sind entweder einfach und dann gerade oder geschlängelt, oder sie besitzen Ausläufer selbst in solcher Zahl, dass sie Abschnitten der *Prostata* oder einer embryonalen *Parotis* ähnlich werden. Hie und da besitzen einfache Röhren auch Auftreibungen, und diese, indem sie sich abschnüren, geben dann zur Entstehung der isolirten Blasen Veranlassung. Alle Canäle dieses Organes, das bei Knaben bis zu 6 und 10 Jahren nach *Giraldès* am besten entwickelt ist, und von ihm offenbar mit Recht als ein dem Nebeneierstock zu vergleichender Rest des *Wolff*'schen Körpers erklärt wird, besitzen eine bindegewebige Hülle und ein Pflasterepithel, das, wie ich finde, beim Erwachsenen sehr viel Fett enthält, und im Innern mehr weniger helles Fluidum. Zu untersuchen ist übrigens noch, ob dieses Organ nicht mit seinem unteren Theile mit dem Nebenhoden zusammenhängt, in welchem Falle dasselbe nur ein besonders umgewandeltes *Vas aberrans* darstellen würde.

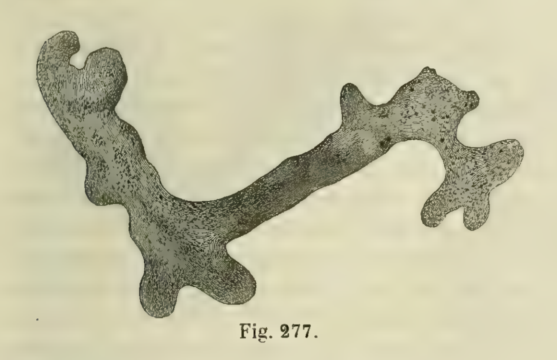


Fig. 277.

Vor Kurzem hat *L. Fick* angegeben, dass die Muskulatur des *Vas deferens* nicht aus isolirten Faserzellen, sondern aus einem continuirlichen Flechtwerk besteht. Es ist wahr dass die Faserzellen hier schwerer isolirbar sind als an andern Orten, allein sie bestehen doch und wird wohl auch *Fick*, besonders bei Benutzung von Reagentien, sich hiervon überzeugen.

§. 204.

Die **Begattungsorgane** bestehen beim Manne aus dem **Gliede** oder der **Ruthe**, einem aus drei erectilen gefässreichen Körpern, den **Schwamm-** oder **Zellkörpern**, *Corpora spongiosa s. cavernosa*, zusammengesetzten, am Becken angehefteten, von der Harnröhre durchbohrten Organe, das von besonderen Binden und von der äusseren Haut überzogen ist und drei ihm eigenthümliche Muskeln besitzt.

Die **Zellkörper der Ruthe**, *Corpora spongiosa penis*, sind zwei hinten getrennte, vorn dagegen vereinte und nur durch eine einfache unvollsändige Scheidewand geschiedene cylindrische Körper, an denen eine besondere **Faserhaut** *(Tunica albuginea s. fibrosa)* und das innere **Schwammgewebe** zu unterscheiden ist. Jene bildet als eine weisse, silberglänzende, $\frac{1}{2}'''$ dicke und sehr feste Haut sowohl die äussere Hülle der Schwammkörper als auch in der vordern Hälfte derselben mit einer dünnen, zum Theil in einzelne Fasern und Blätter zerfallenden Lamelle, die Scheide-

Fig. 277. Ein Schlauch aus dem Organ von *Giraldès* vom Erwachsenen. Vergr. 50. Mit Kali behandelt, daher die Epithelzellen nicht deutlich sind.

wand derselben und besteht aus gewöhnlichem fibrösem Gewebe, wie in Sehnen und Bändern mit vielen entwickelten elastischen feinen Fasern. Innerhalb derselben liegt das röthliche Schwammgewebe, das aus unzähligen, zu einem feinen Maschenwerk vereinten Fasern, Bälkchen und Blättern, den *Trabeculae Corp. cavernosorum*, besteht und mit seinen kleinen, rundlicheckigen, nach allen Seiten anastomosirenden, im Leben von venösem Blut erfüllten Räumen, den Venenräumen der Schwammkörper, aufs täuschendste einem Schwamme gleicht. Alle Balken ohne Ausnahme besitzen einen ganz analogen Bau. Aeusserlich werden dieselben von einer einfachen Lage innig zusammenhängender und oft nicht zu isolirender Pflasterepitheliumzellen, dem Epithel der Venenräume, überzogen und auf dieses folgt das eigentliche Fasergewebe, welches aus fast gleichen Theilen Bindegewebe und feinen elastischen Fasern einerseits, glatten Muskelfasern andrerseits zusammengesetzt ist und bei vielen, aber lange nicht bei allen Balken kleinere oder grössere Arterien und Nerven umschliesst. Die Elemente der Balkenmuskeln sind schon durch Essigsäure an ihren ganz characteristischen Kernen deutlich zu erkennen, lassen sich aber auch, besonders schön nach Behandlung mit Salpetersäure von 20%, in Menge isoliren und ergeben sich als 0,02—0,03‴ lange, 0,002—0,0025‴ breite Faserzellen.

Das *Corpus cavernosum urethrae* ist im Wesentlichen ebenso gebaut wie die Schwammkörper des *Penis*, nur ist 1) die Faserhaut, die im *Bulbus* auch eine Andeutung einer Scheidewand bildet, viel dünner, minder weiss und reicher an elastischen Elementen, 2) die Maschenräume enger, am engsten in der *Glans*, 3) endlich die Balken zarter und unter dem Epithel reicher an elastischen Fäserchen, sonst jedoch gebaut wie dort.

Hier ist auch der Ort von der männlichen Urethra zu reden, die am *Isthmus* ein selbständiger Canal ist, am Anfang und Ende dagegen nur aus einem von der *Prostata* und dem *Corpus cavernosum urethrae* gestützten Schleimhautcanale besteht. Die eigentliche Schleimhaut zeigt unter einer an elastischen Fasern sehr reichen Längsschicht von Bindegewebe nicht nur, wie schon erwähnt, in der *Pars prostatica*, sondern auch im häutigen Theile, obschon minder entwickelt glatte Muskeln mit den gewöhnlichen Fasergeweben gemengt in longitudinaler und transversaler Anordnung, auf welche dann die animalen Fasern des *Musculus urethralis* folgen. Auch in der *Pars cavernosa* enthält das submucöse Gewebe noch hie und da solche Muskeln und stösst man immer in gewisser Tiefe auf Längsfasern mit grösserer oder geringerer Beimengung von solchen, die noch nicht zum *Corpus cavernosum* gerechnet werden können, da sie keine Venenräume zwischen sich besitzen, vielmehr eine continuirliche Haut bilden, welche die eigentlichen cavernösen Körper gegen die Schleimhaut der Harnröhre begrenzt. — Das Epithel der Harnröhre besteht aus blassen Cylindern von 0,012‴, doch befinden sich unter denselben noch eine, vielleicht zwei Lagen von runden oder länglich runden kleinen Zellen. An der vordern Hälfte der *Morgagni*'schen Grube finden sich schon Papillen von 0,03‴ Länge und ein geschichtetes Pflasterepithel von 0,04‴ Mächtigkeit. Nach *Jarjavay* gehen dieselben 1—1½ Cm, selbst 4 Cm rückwärts und stehen reihenweise auf einem dreiseitigen nach hinten

und oben schmäler werdenden Felde. — Im *Isthmus* und der *Pars cavernosa urethrae* zeigen sich ziemlich viele sogenannte *Littre*'sche Drüschen von ⅓—½‴ Grösse, die im allgemeinen an die traubenförmigen Drüsen sich anreihen, jedoch durch die schlauchförmige Gestalt und den oft stark gewundenen Verlauf ihrer 0,04—0,08‴ weiten Drüsenbläschen von denselben sich unterscheiden. Einfachere Formen solcher Drüsen (Fig. 278) finden sich hie und da mit den andern gemengt und in der *Pars prostatica* treten an ihre Stelle ähnliche kleine Schleimbälge, wie sie oben vom *Cervix vesicae* beschrieben wurden. Das Epithel sowohl in den Bläschen der *Littre*'schen Drüsen als in den 1—2‴ langen, nach vorn gerichteten und schief die Schleimhaut durchbohrenden Ausführungsgängen ist cylindrisch, dort jedoch mehr oder weniger dem pflasterförmigen sich anreihend (Fig. 278) und das Secret ein gewöhnlicher Schleim, der oft in Erweiterungen der Drüsenschläuche in Menge angesammelt ist. — *Lacunae Morgagnii* hat man kleine, inconstante Gruben der Schleimhaut genannt, in denen ich nichts drüsiges wahrzunehmen vermag. — Die *Fascia penis*, eine an elastischen feineren Fasern reiche Binde, umgibt den *Penis* von der Wurzel bis zur Eichel, steht am erstern Ort mit der Binde des Dammes und der Leistengegend in Zusammenhang und betheiligt sich auch an der Bildung des an wahrem elastischem Gewebe sehr reichen Aufhängebandes der Ruthe, *Lig. suspensorium penis*, das von der *Symphyse* an den Rücken derselben geht. Nach aussen setzt sich dieselbe ohne Grenze in die Haut der Ruthe fort, welche bis zum freien Rande der Vorhaut, einer einfachen Duplicatur der Haut, die Natur der gewöhnlichen Haut besitzt, jedoch allerdings durch ihre Zartheit und das Vorkommen einer Schicht glatter Muskeln in dem reichlichen fettlosen subcutanen Gewebe, einer Fortsetzung der *Tunica dartos* (siehe §. 38), die bis in die Vorhaut hineinreicht, sich auszeichnet. Vom Rande der Vorhaut an nimmt die Bedeckung des Gliedes mehr die Natur einer Schleimhaut an, hat keine Haare und Schweissdrüsen mehr, wohl aber entwickelte Papillen, ist noch dünner, an der *Glans* innig mit dem Schwammkörper verbunden und mit einer weicheren Oberhaut (§. 45. Fig. 59. 4) immer noch von 0,035—0,056‴ versehen. Ueber die hier befindlichen Talgdrüsen *(Gl. Tysonianae)* und die Bildung der Vorhautschmiere vergleiche man §. 76 und Fig. 89.

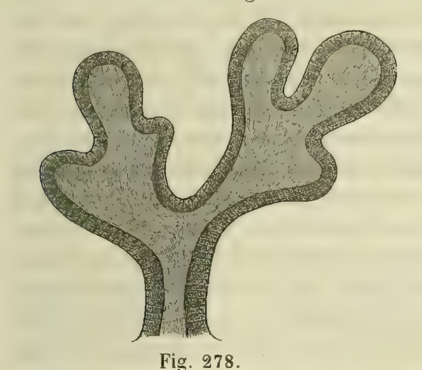


Fig. 278.

Die Arterien des Gliedes stammen aus der *Pudenda* und zeigen nur in der Versorgung der schwammigen Körper Eigenthümlichkeiten. In den *Corpp. cav. penis* laufen, abgesehen von einigen kleinen Aestchen von der *Art. dorsalis*, nur die *Arteriae profundae penis* nahe am *Septum*, umgeben von einer bindegewebigen, mit dem Balkennetz zusammenhängenden Scheide theils ge-

Fig. 278. *Littre*'sche Drüsen aus der *Morgagni*'schen Grube des Mannes. 350mal vergr.

rade nach vorn, theils mit einem kleinen Aestchen in die Zwiebeln der Ruthenschenkel. Auf diesem Wege geben dieselben zahlreiche, hie und da anastomosirende Aeste an das Schwammgewebe ab, welche, in der Axe der Balken ausser zur Zeit der Erection gewunden verlaufend, in denselben sich verzweigen und schliesslich mit Capillaren von 0,006—0,01‴, ohne Capillarnetze zu bilden, in die Venenräume sich öffnen. Im hintern Theile des *Penis* sind viele, meist zu 3—10 beisammengelegene Arterienstämmchen von 0,04—0,08‴, wie *J. Müller* entdeckte, eigenthümlich rankenförmig gekrümmt und gewunden (*Arteriae helicinae,* Rankenarterien), enden jedoch nicht blind, sondern geben, wie ich finde, von ihren kolbenförmigen Enden feine Gefässchen von 0,006—0,01‴ ab, die wie die andern Ausläufer der Arterien weiter verlaufen und in den *Sinus* enden. Ganz gleich ist die Verzweigung auch im *Corpus cavernosum urethrae,* das von den *Artt. bulbosae, bulbo-urethrales* und *dorsales* versorgt wird und finden sich auch hier im *Bulbus* Rankenarterien. Die Venen beginnen, wenn man will, mit den durchweg zusammenhängenden Venenräumen, aus denen an vielen nicht überall genau gleichen Orten kurze Abzugscanäle oder *Emissaria* nach aussen leiten und in die äusseren, mit besonderen Wänden versehenen Venen (*Vena dorsalis, VV. profundae* und *bulbosae* namentlich) überführen. — Die Lymphgefässe bilden sehr dichte und feine Netze in der Haut der *Glans,* in der Vorhaut und der übrigen Haut

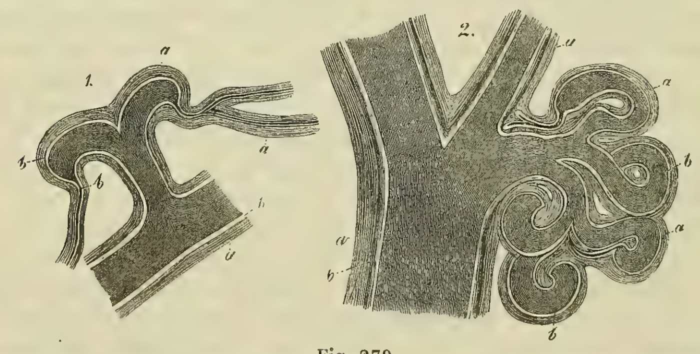


Fig. 279.

und führen durch mehrfache im Begleit der Rückengefässe verlaufende Stämme zu den oberflächlichen Leistendrüsen. Nach *Mascagni, Fohmann* und *Panizza* besitzt auch das Innere der Eichel um die Urethra herum zahlreiche Lymphgefässe, welche an der Urethra rückwärts laufen und in die Beckendrüsen übergehen.

Fig. 279. Arterien aus den *Corpp. cav. penis* des Mannes injicirt, 30mal vergr. 1. Kleinere Arterie mit einem Seitenast, der in zwei Rankenarterien sich spaltet, aus deren Ende zwei ganz feine Gefässe hervorkommen und in zarten Bälkchen weiter verlaufen. 2. Fünf durch einen kurzen Stiel einer grösseren Arterientheilung ansitzende *Art. helicinae.* An zweien derselben sind feine abgehende Gefässe sichtbar, die anderen endeten scheinbar blind. *a.* Balkengewebe hier in Form von Scheiden der Arterienstämme und Rankenarterien auftretend, *b.* Wand der Arterien.

Die Nerven des Gliedes stammen von den *Nervi pudendi* und dem *Plexus cavernosus* des *Sympathicus*, von denen die ersteren vorzüglich die Haut und die Schleimhaut der Harnröhre und nur einem kleinen Theile nach die cavernösen Körper, die letzteren Nerven nur diese versorgen. Die Endigungen der ersten Nerven verhalten sich wie bei denen der Haut, namentlich finden sich zahlreiche Theilungen und schwache Andeutungen von Tastkörperchen in der *Glans penis*, die der letztern sind noch nicht bekannt, obschon in den *Trabeculae* der cavernösen Körper Nerven mit feinen Röhren und *Remak*'schen Fasern leicht nachzuweisen sind.

Die glatten Muskeln der *Corpp. cavernosa* sind ungemein schön im Penis des Pferdes und Elephanten, fehlen aber auch in denen anderer Säugethiere nicht. — Die *Art. helicinae* werden, seit *Valentin* und *Henle* dieselben für Kunstproducte erklärt haben, entstanden durch das Einrollen durchschnittener Balken, oder das Sichzurückziehen gewisser Arterien in gedehnten Balken, allgemein verworfen, allein mit Unrecht. Dieselben existiren; nur überzeugte ich mich, dass der schon von *J. Müller* gesehene Fall, dass das Ende einer solchen Arterie ein ganz feines, fast capillares Gefäss abgibt, sehr häufig ist und daher die blinden Enden nur Schein sind. Dass solche gar nicht vorkommen, lässt sich jedoch nicht bestimmt beweisen und es ist leicht möglich, dass *Müller* auch in dieser Beziehung noch Recht behält. Einfache Gefässschlingen, für welche *Arnold* die *Art. helicinae* erklärt, sind dieselben mithin nicht, doch habe ich in einem Falle eine solche an ihrer Stelle gesehen.

Das *Corpus cavernosum* der Urethra hat nach *Jarjavay* in seinem vordersten Theile und an der *Glans* den Character eines venösen Wundernetzes. — In der Hülle der *Corp. cav. penis* findet *Ellis* zwei Muskelfaserschichten, eine äussere longitudinale und eine innere ringförmige, deren Bündel engmaschige Netze bilden und von denen die innere auch in das *Septum* sich fortsetzen soll, Angaben, die ich vorläufig einfach mittheile, ohne sie verbürgen zu können, da mir bisher an diesem Orte keine Muskelfasern zu Gesicht gekommen sind. — *Jarjavay* bezeichnet nur die Drüsen der *Pars membranacea* als *Littre*'sche Drüsen und nennt die der *Pars cavernosa Morgagni*'sche Lacunen, was nicht gerechtfertigt ist, da es hier nur eine Art von Drüsen gibt, die jedoch in verschiedenen einfacheren und zusammengesetzten Formen erscheint. Von den Drüsen der *Pars cavernosa* stehen die grösseren, 5—22 an Zahl, meist in einer Reihe an der Mitte der obern Wand. Die kleineren befinden sich besonders seitlich aber auch an der obern Wand.

§. 205.

Physiologische Bemerkungen. Die im zweiten Monate beginnende Entwickelung der Hoden geschieht, nach allem was wir wissen, aus einem für sich an der innern Seite der *Wolff*'schen Körper auftretenden Blasteme und sind die männlichen Sexualdrüsen anfangs den Eierstöcken in der Form ganz gleich. Später setzt sich, wenn der *Wolff*'sche Körper zu schwinden beginnt, ein Theil seiner Canäle, deren *Malpighi*'sche Körperchen vergehen, mit dem Hoden in Verbindung und wird zum Nebenhoden, während zugleich der Ausführungsgang dieser Drüse zum Samenleiter sich gestaltet. Durch einen noch nicht genau aufgeklärten Vorgang steigt dann der Hoden mit seinem Peritonealüberzug unter Mitwirkung des, wie ich mit *Donder's* (*Ned. Lancet* 1849. *p.* 382) finde, aus quergestreiften und glatten Muskeln gebildeten Leitbandes in das *Scrotum* herab und erlangt durch Verwachsung der in diesem vorgebildeten Bauchfellausstülpung, des *Processus vaginalis*, mit

seiner eigenen *Serosa* seine *Tunica vaginalis propria.* — Die Vesicula prostatica, das Analogon vom Uterus und vielleicht auch der Vagina, ist der Rest der *Müller*'schen Gänge, zweier am äusseren Rande der *Wolff*'schen Körper herabsteigenden Canäle, die beim Weibe die Eileiter und mit ihren unteren verschmolzenen Enden Uterus und Vagina bilden, beim Manne jedoch bis auf den Anfang, der zur *Morgagni*'schen Hydatide wird, und das letzte Stück verschwinden. Das *Vas aberrans* und ihm ähnliche Bildungen am Kopf des Nebenhodens (siehe m. Mikr. Anat. II. 2. p. 392), die oft zu samenhaltigen Cysten werden (ungestielte *Morgagni*'sche Hydatide, *Luschka*), so wie höchst wahrscheinlich das Organ von *Giraldès*, sind Reste derjenigen Canälchen der *Wolff*'schen Körper, die nicht mit dem Hoden sich verbunden haben. — Die Samenblasen sind eine Ausstülpung der *VV. deferentia* und die *Prostata*, *Cowper*'schen und kleineren Drüsen bilden sich höchst wahrscheinlich analog anderen solchen Drüsen von dem Epithel der Urethra aus. Der Penis entwickelt sich von den Beckenknochen aus und nimmt erst später durch Schliessung einer Rinne an seiner untern Seite die Harnröhre in sich auf.

Ueber die histiologische Entwickelung dieser Theile ist wenig bekannt. Die Hoden bestehen anfänglich aus einer gleichmässigen Zellenmasse, die jedoch bald in Querreihen sich zu sondern beginnt, welche die Anlagen der Samencanälchen bilden. Diese sind anfänglich gerade, vom äussern Rande des Hodens zum innern sich erstreckende, blind endende Canäle, welche höchst wahrscheinlich als solide Zellenstränge auftreten und erst später eine Höhlung und *Membrana propria* erhalten. Durch fortgesetztes Wachsthum, besonders in die Länge, und Sprossenbildung entstehen aus diesen primitiven Gängen die späteren gewundenen ungemein langen Samencanälchen, und zwar scheint aus jedem derselben ein ganzes Hodenläppchen sich zu bilden. Die *Albuginea* der Hoden und ihre Fortsetzungen ins Innere bestehen aus dem ursprünglichen Blasteme des Hodens und treten zu gleicher Zeit mit den Samencanälchen auf. Nach *Becker* findet sich die Flimmerung im Kopfe des Nebenhodens schon bei Neugebornen.

Die physiologischen Verhältnisse der männlichen Geschlechtsorgane beim Erwachsenen betreffend, so hebe ich hier folgende Punkte hervor. Die Secretion des Samens ist bei Thieren keine beständig vor sich gehende, wie die des Harnes, sondern eine intermittirende, nur zur Brunstzeit eintretende. Beim Menschen ist auf jeden Fall die Fähigkeit zur Samenproduction immer vorhanden, doch scheint mir daraus noch nicht zu folgen, dass immerwährend Samen sich bildet und das, was nicht entleert wird, einer Resorption anheimfällt, und kommt es mir ebenso gut gedenkbar vor, dass die Samencanälchen nur dann Samen bereiten, wenn in Folge geschlechtlicher Vermischung oder von Samenergiessungen, ein Theil des Secretes nach aussen entleert worden ist und eine Erregung des Nervensystems einen vermehrten Blutandrang nach den Hoden gesetzt hat. Für eine Resorption gebildeten Samens, die nur in den Samenleiter und die Samenbläschen versetzt werden könnte, sprechen keine bestimmten Thatsachen, indem was man bei Thieren nach der Brunstzeit beobachtet, nicht hierher gehört und gerade der

Umstand, dass in den genannten Orten nie Spuren einer Zersetzung des Samens gefunden werden, sehr gegen diese Annahme zu sein scheint. Hiermit soll jedoch nicht geläugnet werden, dass ohne Samenentleerungen eine Bildung von Samen nicht möglich sei, indem hinlänglich feststeht, dass reichliche, erhitzende Nahrung und nicht befriedigte geschlechtliche Aufregung, eine oft von schmerzlichen Sensationen begleitete Turgescenz in diesen Organen und höchst wahrscheinlich eine Spermabildung bewirken. Das nachherige Vergehen dieser Fülle scheint mir auch nicht eine Resorption unumstösslich zu beweisen, indem schon eine Aenderung der in den Hoden befindlichen Blutmenge und ein Uebergehen von *Sperma* in die *V. deferentia* das Wiedereintreten der gewöhnlichen Verhältnisse genügend erklärt. — Dasjenige, was bei einer Samenentleerung ergossen wird, ist kein reines *Sperma*, sondern einem guten Theile nach Secret der Samenblasen und der *Prostata* und gibt kein Maas für die Berechnung der Energie der Secretion der Hoden an die Hand. Die Bildung des Samens selbst geht sicherlich nicht rasch und reichlich vor sich, wie schon aus der verhältnissmässig geringen Menge von Blut, die der Hoden erhält, und aus der den anatomischen Verhältnissen zufolge nothwendig langsamen Blutbewegung in demselben gefolgert werden kann, und auch aus der Thatsache hervorgeht, dass nach einigen vorausgegangenen Entleerungen auch bei den kräftigsten Organismen eine gewisse Zeit nöthig ist, um wieder neues Secret zu bereiten. Die Ausscheidungen der accessorischen Drüsen haben wohl einfach die Function das Sperma zu verdünnen.

Dass die Samenfäden keine *Animalcula*, sondern Elementartheile des männlichen Organismus sind, braucht in unserer Zeit nicht mehr bewiesen zu werden, obschon immer noch nicht bekannt ist und auch schwerlich bald ermittelt werden wird, was für Vorgänge ihre so merkwürdigen Bewegungen bewirken, welche offenbar den Zweck haben, dieselben aus dem Uterus, in den sie wahrscheinlich bei einer fruchtbaren Begattung gelangen, zu dem Ei und in dasselbe zu bringen. Auch das kann nach den ältern Erfahrungen von *Prévost-Dumas*, *Schwann* und *Leuckart* mit filtrirtem Samen und vor Allem nach den neuesten Entdeckungen von *Newport* (*Phil. Trans.* 1853. II. p. 233) nach denen, wie es *Barry* schon vor Jahren behauptet hatte, die Samenfäden wirklich in die Eier eindringen, was nun auch verschiedene Untersucher für das Kaninchen, den Frosch, die Fische und Insecten bestätigt haben, nicht dem geringsten Zweifel unterliegen, dass sie das eigentlich Befruchtende sind. Der Umstand, dass nur sich bewegende Samenfäden befruchten, kann nun nicht mehr dynamisch gedeutet werden, wie früher, wo man von ihrem Eindringen nichts wusste, vielmehr wird es nun wahrscheinlich, dass dieselben materiell mit dem Dotter sich vermengen und denselben hierdurch entwickelungsfähig machen, immerhin ist zu bemerken, dass wir noch weit davon entfernt sind, ein solches Eindringen für alle Geschöpfe behaupten zu können, wesshalb auch von der Aufstellung einer allgemein gültigen Befruchtungstheorie für einmal Umgang genommen werden muss.

Während der Begattung zeigen sich mannigfache Bewegungsphänomene, von denen nur die bei der Ejaculation und Erection wirksamen erörtert werden sollen. Bei der erstern sind vor allem die mit colossaler Muskulatur ver-

sehenen *VV. deferentia* wirksam, die wie Virchow und ich an einem Hingerichteten fanden, bei galvanischer Reizung mit ungemeiner Energie sich verkürzen und verengern, dann auch die Samenbläschen, die so sehr muskulöse *Prostata* und natürlich die quergestreiften Muskulaturen der Harnröhre und des *Penis*. Die Erection kommt, wie ich gezeigt habe (*Würzb. Verh.* Bd. II) und Funke's Bemerkungen gegenüber (in der *Phys.* von Günther) immer noch behaupte, durch eine Relaxation der Muskulatur in den Balken der Schwammkörper und der *Tunica media* der Arterien dieser Theile zu Stande, in Folge welcher das Schwammgewebe wie ein comprimirt gewesener Schwamm sich ausdehnt und mit Blut sich füllt. Die Steifigkeit tritt ein, ohne dass der Rückfluss des Blutes gehemmt zu werden braucht und die Circulation stockt, wozu nicht die geringsten Apparate da sind, sobald die Muskeln vollkommen relaxirt und die *Sinus* möglichst gefüllt sind. Sie schwindet, wenn die Muskeln wieder sich zusammenziehen (bei einem Hingerichteten fanden wir neulich hier eine sehr energische Zusammenziehung des blosgelegten Schwammgewebes der *Corpora cavernosa penis* auf electrische Reizung), die Venenräume verengern und das Blut aus denselben auspressen. Bei der Ejaculation vermehren die mit quergestreiften Fasern versehenen *Ischio-cavernosi* und der *Bulbo-cavernosus* durch Compression der Peniswurzel und der Rückenvene die Steifigkeit in den vorderen Theilen, können jedoch unter keinen Umständen von sich aus etwas zum Zustandekommen der Erection beitragen. — Den Rankenarterien weiss ich keine wichtigere Function zuzuschreiben und ist so viel sicher, dass die Erection nicht von ihnen abhängt, indem sie nicht in allen Theilen des *Penis* des Menschen sich finden und bei vielen Thieren fehlen.

Die Untersuchung der männlichen Geschlechtsorgane bietet im Allgemeinen keine grossen Schwierigkeiten dar. Die Samencanälchen sind ungemein leicht zu isoliren und bei etwas vorsichtiger Entfaltung derselben findet man immer auch einzelne Theilungen. Um den ganzen Verlauf derselben zu erkennen, müssen dieselben auch nach *Lauth* oder *Cooper's* Angaben, die sich in allen Handbüchern citirt finden, injicirt werden. *Lauth* legt den Hoden 2—3 Stunden in laues Wasser, drückt dann den Samen so gut als möglich aus dem Nebenhoden und bringt ihn hierauf 3—4 Stunden in flüssiges basisch kohlensaures Ammoniak oder 8—12 Stunden in eine gesättigte Lösung von kohlensaurem Kali oder eine schwache Lösung von Aetzkali, welche Substanzen die Samenzellen und Epithelien zum Theil auflösen, drückt dann den Hoden wieder aus, legt ihn in alkalisches Wasser und injicirt anfangs mit schwachem, dann mit stärkerem Druck mit Quecksilber, was ungefähr 1½—2 Stunden dauert. Sobald das Quecksilber in ein *Vas efferens* gedrungen ist, muss die Säule bis auf 5″ verkürzt werden, weil sonst die Samencanälchen, deren Füllung noch einige Stunden in Anspruch nimmt, reissen. *Cooper* injicirte von den *Vasa efferentia* aus, in die er eine feine Canüle einbrachte. *Gerlach* empfiehlt für die mikroskopische Untersuchung Gelatinelösung mit Carmin oder Chromblei. — Das *Vas deferens* studirt man am besten erhärtet oder getrocknet an Querschnitten, ebenso die Prostatadrüsen, wogegen die Muskeln der letztern und der *Corpp. cavernosa* nur frisch oder nach Anwendung von Salpetersäure deutlich wahrzunehmen sind. Die *Artt. helicinae* erkennt man schon an frischen Präparaten in der Nähe der grösseren Arterienstämme, noch besser nach einer Injection mit feineren Massen.

Literatur. *A. Cooper*, *Obs. on the structure and diseases of the testis*, *London* 1830 *with* 24 *Plates*, deutsch, Weimar 1832; *E. A. Lauth*, *Mém. sur le testicule humain*, in *Mém.*

de la société d'histoire naturelle de Strasb., *Tom. I*, 1833; *C. Krause*, Vermischte Beobachtungen, in *Müll.* Arch. 1837, S. 20; *E. H. Weber*, *de arteria spermatica deferente*, *de vesica prostatica et vesiculis seminalibus Progr.* 1836, *editum in Progr. collecta II*, 1851, *p.* 178; Zusätze zur Lehre vom Bau und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane, Leipzig 1846 · *C. J. Lampferhoff*, *de vesicularum seminalium natura et usu*, *Berol.* 1835; *R. Leuckart*, *Vesicula prostatica*, in *Cycl. of Anat.*; *Luschka*, die Appendiculargebilde der Hoden, in *Virch.* Arch. II, p. 310; *Kölliker*, Ueber die glatten Muskeln der Harn- und Geschlechtsorgane, in Beiträge zur Kenntniss der glatten Muskeln, Zeitschr. f. wiss. Zool. I; *Fr. Leydig*, Zur Anatomie der männlichen Geschlechtsorgane und Analdrüsen der Säugethiere, in Zeitschr. für wiss. Zool II; *O. Becker*, Ueber Flimmerepith. im Nebenhoden des Menschen, Wien. Woch. 1856, Nr. 12 und *Moleschott's* Unters. II, p. 71; *Fick*, Ueber d. *Vas deferens* in *Müll.* Arch. 1856, p. 473; *Jarjavay*, *Rech. anat. sur l'urèthre de l'homme*, *Paris* 1857; *Viner Ellis*, in *med.-chir. Trans.* 1857, *p.* 327; *E. Rektorzik*, Vork. e. d. pacch. Drüsen analog. Formation an der *Tunica vag. communis*, in Sitzungsb. d. Wien. Akad. 1857, p. 154; *Ch. Rouget*, *Recherch. anat. sur les appareils érectiles* in *Compt. rend. T.* 44, *p.* 902; *Giraldès*, *Note sur un organe, placé dans le cordon spermatique*, in *Proceed. of the Roy. Soc. of London* 1858, *p.* 231; *A. v. Leeuwenhoek*, *Arcana naturae*, *p.* 59; *Prévost* u. *Dumas* in *Annal. des scienc. nat. III*, 1824 und *Mém. de la soc. d'hist. nat. de Genève Vol. I*, p. 188, auch in Meck. d. Arch. Bd. VII, 454; *R. Wagner*, Die Genesis der Samenthierchen, in *Müll.* Arch. 1836 und Fragmente zur Physiologie der Zeugung, München 1836; *A. Donné*, *Nouv. Expér. sur les animalcules spermatiques*, *Paris* 1837 und *Cours de microscopie*, *Paris* 1844; *A Kölliker*, Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere, Berlin 1841, und die Bildung der Samenfäden in Bläschen als allgemeines Entwickelungsgesetz, in Denkschr. der schweiz. naturf. Gesellsch. Bd. VIII, 1846; *Krämer*, *Obs. microsc. et experimenta de motu spermatozoorum*, *Gött.* 1842; *Fr. Will*, Ueber die Secretion des thierischen Samens, Erlangen 1849; *R. Wagner* und *Leuckart*, Art. *Semen*, in *Todd's Cyclop. of Anat. Jan.* 1849; Art. Zeugung, im Handw. d. Physiol. IV; *Quatrefages*, *Rech. sur la vitalité d. Spermatozoides* in *Ann. d. sc. nat.* 3. *sér. Tom. XIX*; *Newport*, *On the impregnation of the ovum of the amphibia*, in *Phil. Trans.* 1851. *I*; *Ankermann*, *De motu et evol. filor. spermaticorum Regiom.* 1854 und Zeitschr. f. wiss. Zool. VII; *Kölliker*, Phys. Studien über die Samenflüssigkeit, in Zeitschr. f. w. Zool. VII, p. 252, auch Würzb. Verh. VI, p. 80; *J. Moleschott* und *Ricchetti*, Mittel, ruhende Samenfäden zur Beweg. zu bringen, in Wien. Med. Wochenschr. 1855, Nr. 18; *B. Panizza*, *Osservazioni anthropo-zootomico-fisiologiche*, *Pavia* 1836; *J. Müller*, Entdeckung der bei der Erection wirksamen Arterien, im Archiv 1834, S. 202; *G. Valentin*, Ueber den Verlauf der Blutgefässe in dem Penis des Menschen, in *Müll.* Arch. 1838; *Kobelt*, Die männlichen und weiblichen Wollustorgane, Freib. 1844: *Herberg*, *De erectione penis*, *Lips.* 1844; *Kölliker*, Ueber das anat. und phys. Verhalten der cavernösen Körper der männlichen Sexulorgane in Verhandl. d. Würzb. med. phys. Ges. 1851; *Kohlrausch*, Zur Anat. u. Phys. d. Beckenorgane, Leipz. 1854; *Ecker*, *Icon phys. Tab. XIX*; *Duplay*, *Rech. sur la Sperme des vieillards*, in *Arch. génér.* 1852, *Dec.*

B. Weibliche Geschlechtsorgane.

§. 206.

Die weiblichen Sexualorgane bestehen 1) aus zwei die Eier bildenden folliculären Drüsen, den Eierstöcken mit den Nebeneierstöcken und den beiden, jedoch nicht direct mit ihnen zusammenhängenden Ausführungsgängen, den Eileitern, 2) aus dem Fruchthälter zur Bergung und Hegung der Frucht, 3) aus den die Frucht nach aussen leitenden und zugleich als Begattungsorgane dienenden Theilen, der Scheide und den äusseren Genitalien.

§. 207.

Eierstock, Nebeneierstock. Die Eierstöcke, *Ovaria*, bestehen aus besonderen Hüllen und einem die Eier enthaltenden *Stroma* oder dem *Parenchym*. Erstere sind eine den untern Rand allein frei lassende Peritonealhülle und eine feste weisse Faserhaut, *Tunica albuginea s. propria*, von $\frac{1}{4}'''$, die das ganze *Parenchym* fest umschliesst und ohne scharfe Grenze genau mit ihm zusammenhängt, jedoch keine Fortsätze in das Innere abgibt, wie die entsprechende Haut des Hodens, mit der sie sonst im Bau ganz übereinstimmt. Das *Stroma* oder Keimlager ist eine ziemlich feste, aus einem kernhaltigen, derben, faserigen, jedoch nicht deutlich fibrillären Bindegewebe gebildete grauröthliche Substanz, welche die Eikapseln und die Gefässe des Organs trägt. Vom untern Rande des Eierstockes, wo die Gefässe eintreten und niemals Eikapseln sitzen, erstreckt sich dasselbe als eine compacte Lamelle in das Innere des Eierstocks hinein und strahlt dann von dieser aus mit stärkeren und schwächeren Bündeln nach beiden Oberflächen und dem freien Rande des Organes aus, so dass auf dem Querschnitte eine pinselförmige Figur erscheint. Die Eikapseln oder Eisäckchen, gewöhnlich *Graaf*'sche Bläschen genannt, *Folliculi ovarii s. Graafiani s. Ovisacci*, vollkommen geschlossene runde Säckchen von $\frac{1}{4}$—$3'''$ mittlerer Grösse (Fig. 280. *a. b*), sind in die mehr peripherischen Theile dieses *Stroma* eingesenkt, so dass auf Durchschnitten wenigstens gut entwickelter und normaler Eierstöcke das Parenchym wie in eine Mark- und Rindensubstanz zerfällt, von welchen die letztere so zu sagen allein die Follikel enthält. Solche Eierstöcke sind auch allein zu gebrauchen, wenn man von der Grösse, Stellung und Zahl der *Graaf*'schen Follikel eine richtige Anschauung gewinnen will. Letztere beträgt 30—50—100 in jedem Eierstock und kann in manchen Fällen bis 200 ansteigen, während in verkümmerteren oder entarteten Ovarien, wie sie bei älteren Frauen namentlich häufig sind, oft nur einige wenige (2—10), ja selbst durchaus keine Follikel anzutreffen sind.

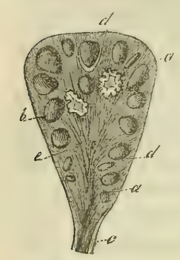


Fig. 280.

Ein jeder Follikel besteht im ausgebildeten Zustande aus Hülle und Inhalt. Erstere lässt sich am zweckmässigsten mit einer Schleimhaut vergleichen und zeigt: 1) eine gefässreiche Faserlage, *Theca folliculi v. Baer s. Tunica fibrosa*, von verhältnissmässig nicht unbedeutender Dicke, die durch etwas lockeres Gewebe mit dem *Stroma* des Eierstocks verbunden und daher leicht in ihrer Totalität herauszuschälen ist. Ihre äussere, etwas festere, weissröthliche Lage (Fig. 281. *a*) wird *v. Baer* von der innern, mächtigern, weichern und mehr röthlichen Schicht (Fig. 281. *b*) unterschieden, wobei

Fig. 280. Querschnitt durch den Eierstock einer im 5. Schwangerschaftsmonate Verstorbenen. *a. Graaf*'sche Follikel der unteren, *b*, der oberen Fläche, *c*. Peritoneallamelle vom *Lig. latum* auf den Eierstock sich fortsetzend und mit *d*. der *Albuginea* verschmelzend. Im Innern sind zwei *Corpp. albicantia* (alte gelbe Körper) enthalten, *e. Stroma* des Eierstocks.

jedoch zu bemerken ist, dass auch die innere Lage wiederum sich spalten lässt und dass beide Schichten aus demselben unentwickelten, kernhaltigen, mit vielen meist spindelförmigen Bildungszellen untermengten Bindegewebe bestehen. Eine zarte, structurlose *Membrana propria* begrenzt in jungen Follikeln die Faserhaut nach innen und ist auch später durch Einwirkung von Alkalien manchmal noch als besonderes Häutchen nachzuweisen. 2) Ein Epithelium, Körnerschicht, *Membrana granulosa* der Autoren (Fig. 281. *c*). Dasselbe kleidet als eine 0,008—0,012‴ und darüber dicke Membran den ganzen Follikel aus und besitzt an der der Oberfläche des Eierstocks zugewendeten Seite desselben, wo das Ei sitzt, eine warzenförmig nach innen vortretende Verdickung um dasselbe herum, Keimhügel, *Cumulus proligerus*, von ⅓‴ Breite (Fig. 281 *e*). Seine 0,003—0,004‴ grossen, in mehreren Schichten angeordneten, rundlich polygonalen Zellen mit verhältnissmässig grossen Kernen und häufig einigen gelblichen Fettkörnchen, sind äusserst zart und werden bald nach dem Tode undeutlich, so dass dann das ganze Epithel nur als eine feinkörnige Haut mit vielen Kernen erscheint. — Im Innern des Follikels befindet sich eine klare, leicht gelbliche Flüssigkeit, *Liquor folliculi*, von der Beschaffenheit des Blutserum, welche fast immer einzelne Körnchen, Kerne und Zellen enthält, die kaum etwas anderes als abgelöste Theile der *Membrana granulosa* und nicht in ihr entstanden sind.

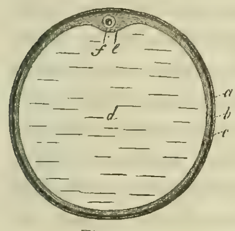


Fig. 281.

Im Keimhügel, nahe an der Faserhaut des Follikels und mithin im hervorragendsten Theile desselben liegt das Ei, *Ovulum*, eingebettet in die Zellen desselben, und von ihnen festgehalten. Berstet der Follikel oder sprengt man denselben, so tritt das *Ovulum* umgeben von den Zellen des *Cumulus* und den benachbarten Theilen des Epithels heraus, welche dasselbe nach Art eines Ringes oder einer Scheibe, *Discus proligerus*, Keimscheibe *v. Baer*, umfassen, jedoch nicht etwa nur mit der grössten Breite desselben zusammenhängen, sondern dasselbe ganz umschliessen. Das Ei selbst ist ein kugelrundes, im reifen Zustande ⅛—$\frac{1}{10}$‴ messendes Bläschen, das, obschon in einigen Beziehungen eigenthümlich, doch die Bedeutung und Zusammensetzung einer einfachen Zelle hat. Die Zellmembran oder Dotterhaut, *Membrana vitellina*, ist von der ungewöhnlichen Dicke von 0,004—0,005‴ und umgibt an den mikroskopischen Bildern den Inhalt oder Dotter, *Vitellus*, wie ein heller durchsichtiger Ring, daher sie auch *Zona pellucida* heisst. Dieselbe ist structurlos, sehr elastisch und

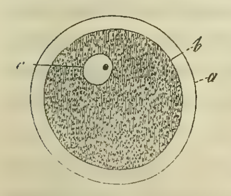


Fig. 282.

Fig. 281. *Graaf*'scher Follikel des Schweines circa 10mal vergr. *a*. Aeussere, *b*. innere Lage der Faserhaut des Follikels *c*. *Membrana granulosa*, *d*. *Liquor folliculi*, *e*. Keimhügel, ein Vorsprung der *Membrana granulosa*, *f*. Ei mit *Zona pellucida*, Dotter und Keimbläschen.

Fig. 282. Ovulum des Menschen aus einem mittelgrossen Follikel, 250mal vergr. *a*. Dotterhaut *Zona pellucida*, *b*. äussere Begrenzung des Dotters und zugleich innere Grenze der Dotterhaut, *c*. Keimbläschen mit dem Keimfleck.

fest, so dass sie eine bedeutende Ausdehnung erträgt, ohne zu reissen und stimmt in ihren chemischen Characteren ganz mit den *Membranae propriae* überein (§. 16). Der in frischen Eiern die Dotterhaut ganz ausfüllende, leicht gelbliche Dotter besteht aus einer zähen Flüssigkeit und vielen feinen blassen, in dieselbe eingestreuten Körnchen, zu denen in reifen Eiern auch einige Fettkörnchen sich gesellen und enthält in reifen Eiern excentrisch einen schönen bläschenförmigen Kern von 0,02''' mit hellem Inhalt und einem homogenen, runden, wandständigen, 0,003''' grossen Kernkörper, das Keimbläschen, *Vesicula germinativa* (das *Purkyně*'sche Bläschen) und den Keimfleck, *Macula germinativa* (der *Wagner*'sche Fleck), wie sie hier heissen.

Der Nebeneierstock, ein Rudiment des *Wolff*'schen Körpers der Embryonen, besteht aus einer gewissen Zahl vom *Hilus ovarii* divergirend in den Fledermausflügel übergehender Canäle von 0,15—0,2''', die beim Menschen weder in das *Ovarium* ausmünden noch mit irgend welchen andern Theilen sich verbinden und nichts als etwas helle Flüssigkeit enthalten. Dieselben bestehen aus einer Faserhaut von 0,020—0,024''' und einer einfachen Lage blasser cylindrischer vielleicht flimmernder Zellen und sind nur als Ueberrest eines embryonalen Gebildes von Interesse.

Die Arterien des Eierstocks aus der *Arteria spermatica* und *uterina* treten als viele kleine Stämmchen zwischen den Platten der *Lig. lata* vom untern Rande in den Eierstock hinein, verlaufen im innern Theile seines *Stroma* geschlängelt weiter und enden einerseits im *Stroma* selbst und in der Albuginea, vor allen aber in den Wänden der *Graaf*'schen Follikel, wo sie ein äusseres gröberes und ein inneres feines, bis an die *Membr. granulosa* heranreichendes Netz erzeugen. Die Venen entspringen an denselben Orten, sind beim Menschen in den Wänden grösserer Follikel meist sehr schön zu sehen und enden an den *Venae uterinae* und *spermaticae internae*. Von Lymphgefässen kommen einige Stämmchen aus dem *Hilus ovarii* hervor und begeben sich mit den Blutgefässen weiter zu den Lenden- und Beckendrüsen, und was die Nerven anlangt, so stammen dieselben aus dem *Plexus spermaticus*, dringen als kleine Stämmchen, mit feinen Nervenröhren und *Remak*'schen Fasern mit den Arterien in den Eierstock ein, sind jedoch in ihrem letzten Verhalten noch nicht erforscht.

Meine Vermuthung, dass die Canäle des Nebeneierstocks flimmern, gründet sich auf die in m. Mikr. Anat. II. 2. p. 446 mitgetheilte Beobachtung über flimmernde Cysten in den breiten Mutterbändern und ist nun von *Becker* durch directe Beobachtung bestätigt worden (l. s. c. p. 94). Dieser Autor fand bei einer Stute in zahlreichen Cysten am *Ovarium* ebenfalls Flimmerepithel. — An den Eiern ist die *Zona pellucida* als eine secundäre Zellmembran anzusehen, obschon an reifen Eiern kaum noch eine solche primäre Hülle dicht um den Dotter angenommen werden kann. Bei Säugethieren (Kaninchen) hat *Remak* an der *Zona* eine feine radiäre Streifung beobachtet, welche vielleicht auf Porencanälchen zu beziehen ist.

§. 208.

Loslösung und Wiederbildung der Eier, gelbe Körper. Vom Eintritte der Pubertät an bis zur Involutionszeit findet in den Eier-

stöcken eine beständige Loslösung der Eier durch Dehiscenz der *Graaf*'schen Bläschen statt, welche unabhängig von der Begattung bei Frauen und Jungfrauen vor Allem an die Zeit der *Menses* sich hält, jedoch unter noch nicht genau ermittelten Verhältnissen auch ausserhalb dieser Zeit vorkommen kann und häufig vorkommt. Bei Thieren zeigt sich derselbe Vorgang zur Brunstzeit, wobei jedoch die Paarung ein nothwendigeres Moment zu seiner Vollendung zu sein scheint, und lassen sich hier die anatomischen Vorgänge in grosser Vollständigkeit verfolgen, während beim Menschen die Gelegenheit zu solchen Beobachtungen schon seltener sich darbietet.

Wenn die *Graaf*'schen Follikel der Zeit des Berstens näher rücken, so vergrössern sich dieselben nach und nach bis zum Umfange von 4—6‴ und darüber und treten immer mehr an die Oberfläche hervor, bis sie warzen- oder halbkugelförmig über dieselbe hervorragen und nur noch von einem dünnen Häutchen, der sehr verdünnten *Albuginea* mit ihrer Peritoneallamelle, bedeckt sind. Zugleich mehren sich ihre Gefässe ungemein und wird durch fortwährende Exsudationen aus denselben der *Liquor folliculi* immer reichlicher, während die Faserhaut desselben am Boden und den Seitenwänden, nicht da wo das Ei liegt, nach innen sich verdickt und auch die *Membrana granulosa* etwas anschwillt und grössere Zellen (bis zu 0,01‴) erhält. Haben diese Vorgänge eine gewisse Höhe erreicht, so vermögen die dünnen entgegenstehenden Membranen dem fortgesetzten und immer zunehmenden Drucke vom Innern des Follikels her, nicht mehr zu widerstehen, dieselben reissen am erhabensten, am meisten verdünnten Punkte, wo gerade das Eichen sitzt und dieses tritt, wenn gerade der Eileiter an diesen Follikel sich angelegt hat, umgeben von den Zellen des Keimhügels in denselben hinein. Hiermit hat aber der *Graaf*'sche Follikel seinen Lebenslauf noch nicht geschlossen, vielmehr treten noch eine Reihe zum Theil neuer Bildungen in demselben auf, vermöge welcher er zuerst zu einem sogenannten gelben Körper wird und schliesslich ganz verschwindet.

Diese gelben Körper, *Corpp. lutea*, zeigen sich am vollkommensten ausgeprägt, wenn auf die Loslösung des Eies eine Empfängniss und Schwangerschaft erfolgt und stellen in ihrer Blüthe rundliche oder länglichrunde feste Körper dar, von meist etwas bedeutenderer Grösse als die früheren Follikel, die in der Regel schon von aussen als Hervorragungen sichtbar sind und auf dem höchsten Theile eine strahlige, von der Oeffnung des *Graaf*'schen Follikels herrührende Narbe zeigen. Zu äusserst haben dieselben als Begrenzung gegen das *Stroma* des Eierstocks eine dünne weissliche Faserhaut (Fig. 283. 2 *f*), dann folgt eine gelbliche, vielfach gefaltete und daher viel dicker erscheinende gefässreiche Lamelle (Fig. 283 *c*) und im Innern befindet sich ein grösseres oder kleineres, entweder mit geronnenem Blute (einem Blutpfropfen) oder einer von Blut tingirten, etwas gallertigen Flüssigkeit erfülltes Cavum (Fig. 283. *d e*). Die Entstehung dieser Körper anlangend, so ist leicht ersichtlich, dass der Kern derselben aus dem beim Bersten des Follikels ergossenen Blut, manchmal gemengt mit einem Rest des *Liquor folliculi* besteht und dass die äussere Faserhaut die äussere Lage der ursprünglichen Faserhaut des Follikels ist; was die gelbe gefaltete Rindenlage betrifft, so

kommt dieselbe grösstentheils auf Rechnung der innern Lage der Faserhaut des ursprünglichen Follikels, welche schon vor dem Austreten der Eier sich auflockert und nach demselben rasch bis zur Dicke von ¼—½''' und darüber sich verdickt. An dieser Wucherung scheinen auch die nicht mit dem Ei aus dem Follikel ausgestossenen Reste seines Epithels, der *Membrana granulosa* sich etwas mit zu betheiligen, doch nur untergeordnet und lange nicht in dem Grade, wie die genannte Schicht, deren Wucherung von der Bildung einer ungemeinen Zahl von kleinern und grössern Zellen begleitet ist, die zum Theil in junges Bindegewebe und Gefässe übergehen, zum Theil im Zustande von Zellen verharren und dann durch ihre bis auf 0,01—0,02''' ansteigende Grösse, schöne bläschenförmige Kerne mit *Nucleoli* und eine grössere oder geringere Zahl von gelb gefärbten Fettropfen im Innern sich auszeichnen.

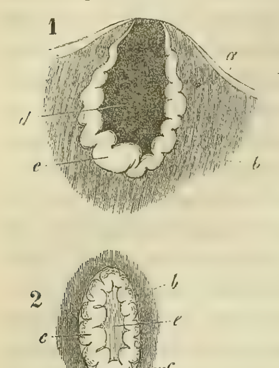


Fig. 283.

Der so beschaffene gelbe Körper verharrt nun einige Zeit bis zum 2. oder 3. Schwangerschaftsmonate in seiner ursprünglichen Grösse, indem die gelbe Rindenlage sich noch fortwährend verdickt, während sein Kern (mag derselbe nun ein Blutpfropfen sein oder eine röthliche Gallerte mit einer kleinen Höhlung im Innern) allmählich abnimmt und sich entfärbt, und zugleich wird sein Gewebe mehr organisirt und compacter, dadurch, dass einerseits die innere Masse in Fasergewebe sich umwandelt, andrerseits die gelbe Rinde inniger mit derselben verschmilzt und immer reichlicheres junges Bindegewebe in sich entwickelt. Im 4. und 5. Monate beginnt die Atrophie des gelben Körpers, schreitet bis zum Ende der Schwangerschaft langsamer fort, so dass derselbe bei im Wochenbett Gestorbenen immer noch im Mittel 4''' misst, nachher rascher, bis endlich nach einigen Monaten der metamorphosirte *Graaf*'sche Follikel ganz geschwunden oder zu einem winzigen, verschiedentlich gefärbten Körperchen geworden ist, das freilich noch lange bestehen kann, um vielleicht erst nach Jahren ganz sich zu verlieren. Solche verkümmerte gelbe Körper (*Corpora albicantia* und *nigra* der Autoren) haben anfangs noch eine besondere Begrenzung, einen zackigen, selten noch mit einem kleinen Cavum versehenen Kern von grauweisser oder rother, brauner, selbst schwarzer, von verändertem Hämatin herrührender Farbe, und eine in verschiedenen Nuançen gelb oder gelbweiss, selbst ganz weiss gefärbte, oft noch deutlich gefaltete Rinde, werden jedoch später zu unförmlichen, mit dem *Stroma* des Ovariums zusammenfliessenden Flecken. Ihre Elemente sind Fasern von mehr embryonalem Character, wie sie auch das Eierstockstroma bilden, dann verschiedene Pigmentmoleküle und gefärbte Krystalle (Hämatoidin), *Vir*–

Fig. 283. Zwei gelbe Körper in natürlicher Grösse im Durchschnitt. 1. Ganz frisch 8 Tage nach der Conception, 2. aus dem 5. Monate der Schwangerschaft. *a. Albuginea*, *b. Stroma ovarii*, *c.* verdickte und faltige Faserhaut des Follikels (innere Lage), *d.* Blutpfropf innerhalb derselben, *e.* entfärbter Blutpfropf, *f.* Faserhülle, die den gelben Körper begrenzt.

chow's Myelin, so wie weisses und gelbes Fett, welches letztere in der Rindensubstanz anfänglich noch in grösseren runden, länglichen oder spindelförmigen Zellen sich findet, schliesslich durch ein Zerfallen derselben ebenfalls frei wird und zuletzt einer mehr oder minder vollkommenen Resorption anheimfällt.

Bei den gelben Körpern, deren Bildung nicht in die Zeit einer Schwangerschaft fällt, sind die Vorgänge zwar im Allgemeinen die gleichen, wie bei den andern, doch folgen sich dieselben mit viel grösserer Raschheit, so dass diese Körper in der Regel in Zeit von einem oder zwei Monaten ganz oder bis auf geringe Spuren verschwinden, wesshalb sie auch niemals das eigenthümliche Gefüge der andern, die man auch die wahren gelben Körper genannt hat, besitzen.

Für die vielen während der ganzen Blüthezeit des Lebens aus den Eierstöcken verschwindenden Follikel wird ein Ersatz gegeben dadurch, dass auch bei Erwachsenen beständig neue Eierkapseln entstehen und zu *Graaf*'schen Follikeln heranwachsen. Bei Thieren sind diese in die Zeit der Brunst fallenden, von *Barry*, *Bischoff* und *Steinlin* zuerst beobachteten Neubildungen sehr ergiebig und äusserst leicht zu beobachten, während beim Menschen noch keine Gelegenheit sich darbot, dieselben wahrzunehmen und nur aus dem Umstande, dass auch hier in normalen Ovarien immer Follikel von den verschiedensten Grössen sich finden, eine beständige Bildung derselben sich erschliessen lässt. Wahrscheinlich ist auch hier die Zeit der Conception und der Menstruation diejenige, in welcher vorzüglich diese Productionen statt haben, welche bei Thieren, was das histiologische betrifft, ganz in derselben Weise auftreten, wie es unten von den ersten Follikeln der Embryonen geschildert werden soll.

§. 209.

Eileiter und Gebärmutter. Von den drei Häuten des Eileiters zeigt die äusserste dem Bauchfell angehörende nichts bemerkenswerthes. Die mittlere oder glatte Muskelhaut ist namentlich an der innern Hälfte der Eileiter ziemlich dick und besteht aus äussern longitudinalen und innern queren Fasern, deren Elemente selbst zur Zeit der Schwangerschaft sich ziemlich schwer isoliren lassen und mit viel mehr unentwickeltem Bindegewebe von derselben Form wie im *Stroma* des Eierstocks untermengt sind. Die innerste Haut ist die Schleimhaut, eine dünne weissröthliche weiche Lage, die durch eine geringe Menge submucösen Gewebes mit der Muskelhaut sich verbindet, keine Drüsen und Zotten, wohl aber einige Längsfalten zeigt und aus mehr unentwickeltem Bindegewebe mit vielen spindelförmigen Bildungszellen von solchen besteht. An ihrer innern Oberfläche vom Uterus bis zum freien Rand der Fimbrien, und selbst darüber hinaus *(Becker)*, sitzt eine einfache Lage von kegelförmigen oder fadenförmig auslaufenden flimmernden Zellen von 0,006—0,01‴, deren deutliche Wimpern einen vom *Ostium abdominale* zum *Ost. uterinum* hinlaufenden Strom erzeugen und wahrscheinlich bei der Fortbewegung der *Ovula*, nicht aber des *Sperma*, sich betheiligen.

Die Gebärmutter hat dieselbe Zusammensetzung wie der Eileiter, nur sind die Muskel- und Schleimhaut viel mächtiger und zum Theil anders beschaffen. An der blassröthlichen Muskelhaut lassen sich am passendsten 3 Lagen unterscheiden, welche jedoch nicht wie anderwärts (am Darm z. B.) scharf von einander geschieden sind. Die äussere Schicht besteht aus Längs- und Querfasern, von denen die erstern als eine mit der Serosa innig verbundene zusammenhängende dünne Lage über den Grund und die vordere und hintere Fläche bis zum *Cervix* sich erstrecken, während die mächtigern Querfasern rings um das Organ herum ziehen und auch zum Theil über den Uterus hinaus in die *Ligg. rotunda*, *ovarii* und *lata* und auf die Eileiter sich fortsetzen. Die mittlere Lage ist die mächtigste, zeigt quere, longitudinale und schiefe platte Bündel, die verschiedentlich sich durchflechten, und enthält stärkere Gefässe, besonders Venen, daher sie am schwangern Uterus namentlich ein schwammiges Ansehn besitzt. Die innerste Schicht endlich ist wieder dünner und wird von einem Netz von dünnern Längsfasern und stärkern queren und schiefen Fasern gebildet, die an den Eileitermündungen oft sehr deutliche Ringe darstellen. Im *Fundus*, wo die Gebärmutter die grösste Dicke hat, ist die mittlere Lage am stärksten und oft wie aus mehrern Schichten zusammengesetzt, während am dünnern *Cervix* vorzüglich quere Fasern mit einzelnen longitudinalen untermengt zu finden sind. Gegen den äussern Muttermund und an diesem selbst liegen sehr entwickelte Querfasern unmittelbar unter der Schleimhaut und können auch als Schliesser desselben, *Sphincter uteri*, bezeichnet werden. — Bezüglich auf die Elemente so bestehen alle diese Lagen aus kurzen (von 0,02—0,03‴) spindelförmigen Faserzellen mit längsovalen Kernen, die wegen der grossen Menge des sie durchziehenden kernhaltigen, mehr embryonalen Bindegewebes, von derselben Form wie im *Stroma ovarii*, nur sehr schwer sich isoliren lassen und selbst durch Salpetersäure von 20% nicht so deutlich zum Vorschein kommen wie anderwärts.

Die Schleimhaut des Uterus ist eine weisse oder weissröthliche Haut, die mit der Muskelhaut fest zusammenhängt und nicht von ihr sich abpräpariren lässt, jedoch auf Durchschnitten durch ihre meist hellere Farbe, obschon selten scharf, von ihr sich abgrenzt. Abgesehen von ihrer Grundlage, welche aus dem in den weiblichen Genitalien nirgends fehlenden, unentwickelte Kerne und Faserzellen haltenden Bindegewebe ohne elastische Elemente besteht, und dem Epithelium, das durchweg ein einfaches Flimmerepithelium mit blassen Zellen bis zu 0,016‴ und zartern von aussen nach innen schlagenden Wimpern darstellt ist die *Mucosa* im Körper und Grunde und im Cervicalcanale verschieden gebaut. Am erstern Orte ist dieselbe zarter, röthlicher und dünner (von ½—1‴), an der innern Oberfläche glatt und ohne Papillen, aber hie und da mit einigen grössern Falten besetzt. In derselben finden sich sehr viele kleine Drüsen, die schlauchförmigen Drüsen des Uterus auch Uterindrüsen, *Glandulae utriculares s. uterinae*, welche die grösste Aehnlichkeit mit den *Lieberkühn*'schen Drüsen des Darms haben und einfache oder gabelig getheilte, am Ende nicht selten spiralig gedrehte, dicht stehende Schläuche darstellen, von derselben Länge als

die Schleimhaut dick ist, und 0,02—0,03''' Breite. Dieselben bestehen aus einer sehr zarten structurlosen Haut und einem regelmässigen Cylinderepithelium und münden für sich allein oder zu zweien und dreien beisammen mit Oeffnungen von $\frac{1}{30}$''' aus. Von geformten Theilchen enthalten diese Drüsen normal nichts, wohl aber löst sich ihr Epithel sehr leicht ab und kann als ein grauweissliches sie erfüllendes Secret erscheinen. In Krankheiten werden die Drüsen sehr leicht zerstört, doch sah sie *H. Müller* noch bei 70—80jährigen, so wie schon bei einem 2jährigen Kinde.

Im *Cervix* ist die Schleimhaut weisser, fester und dicker (von 1—1$\frac{1}{2}$''') namentlich an der vordern und hintern Wand, wo die bekannten *Plicae palmatae* liegen, zwischen denen grössere und kleinere, bis 1''' und darüber tiefe, buchtige, von cylindrischem Epithel ausgekleidete Gruben sich befinden, die zwar von gewöhnlichen Schleimdrüsen sehr wesentlich abweichen, aber doch, als Secretionsorgane des zähen glasartigen Schleimes des *Cervix uteri*, mit dem Namen der Schleimbälge des Uterus bezeichnet werden können. Nach *E. Wagner* ist die Länge dieser drüsigen Gebilde $\frac{1}{2}$—1 mm, die Breite 0,04—0,08 mm. In dieser Gegend finden sich auch sehr häufig mit demselben Secret gefüllte geschlossene, aus einer Bindegewebslage und niedrigen Cylinderzellen gebildete Bläschen von $\frac{1}{3}$—1—2''' und darüber, die sogenannten *Ovula Nabothi*, welche man geneigt sein könnte, für geschlossene Drüsenbläschen, wie die *Graaf*'schen Follikel zu halten, welche zeitweise bersten, die jedoch nichts als erweiterte und geschlossene Schleimbälge, zum Theil auch pathologische Neubildungen sind, und hie und da auch in der Schleimhaut des *Corpus uteri* sich finden. — Das untere Drittheil oder die untere Hälfte des Cervicalcanales enthält warzen- oder fadenförmige, von Flimmercylindern bekleidete Papillen von 0,1—0,3''' Länge, mit einer oder mehrfachen Gefässschlingen und äusserst vielen kleinen Kernen auch wohl blassen Fetttropfen im Innern. Das Epithel im Cervicalcanale und im Uterus scheint zu variiren, wenigstens schreibt *Henle* der untern Hälfte des Halses Pflasterepithel zu und *Becker* findet Flimmerepithel nur im Grunde des Uterus. — Die *Portio vaginalis uteri* besitzt aussen ganz dieselbe Schleimhaut wie die Scheide (siehe unten). Von den Papillen derselben sind nach *Ullmann* einzelne zusammengesetzt.

Die Gefässvertheilung im nicht schwangern Uterus zeigt nicht viel besonderes. Die gröbern Arterienäste verlaufen in der Muskelsubstanz und verbreiten sich von hier nach beiden Seiten in die Muskelhaut und Schleimhaut. Diese hat wie überall gröbere Gefässe in der Tiefe, feinere in den oberflächlichen Theilen, welche letztere, nachdem sie die Drüsen mit feinern Capillaren umgeben haben, ein äusserst reiches und zierliches Netz weiterer Gefässe (von 0,006—0,01''') an der Oberfläche bilden, aus dem die weiten klappenlosen dünnwandigen Venen entspringen, die wie die Arterien nach aussen ziehen. Die wahrscheinlich in der *Mucosa* beginnenden Lymphgefässe sind ungemein zahlreich, bilden gröbere und feinere Netze unter dem Peritonealüberzuge und leiten durch beträchtliche mit den Blutgefässen verlaufende zahlreiche Stämme theils zu den Beckendrüsen, theils mit den *Vasa spermatica* zu den Lendengeflechten. Die mit vielen feinen und einzelnen

dicken Nervenröhren versehenen Nerven des Uterus von den *Plexus hypogastrici* und *pudendi* treten geflechtartig verbunden in den breiten Mutterbändern an den Uterus heran, und verästeln sich vorzüglich dem Laufe der Gefässe folgend in der Muskelsubstanz vom *Fundus* bis zum Hals, an welch letzterem Orte sie am reichlichsten sind. Dieselben sind weiss und besitzen im Uterus drin keine Ganglien, ihr Verhalten in der Schleimhaut und ihre sonstige Endigung ist unbekannt.

Von den Uterusbändern sind die *Ligg. lata*, *anteriora* und *posteriora* Bauchfellduplicaturen, welche neben den zu- und abtretenden Gefässen und Nerven auch vom Uterus auf sie übertretende glatte Muskelfasern in ziemlicher Zahl enthalten. Dasselbe Gewebe findet sich, ebenfalls von der Gebärmutter abstammend, spärlich in den *Ligg. ovarii* und in sehr bedeutender Menge in den *Ligg. rotunda*, als longitudinale von Bindegewebe umgebene Bündel, an die am innern Leistenringe auch ziemlich viele, oft bis gegen den Uterus heranreichende quergestreifte Muskelfasern sich anschliessen.

Der Eileiter hat manchmal zwei ja selbst drei *Ostia abdominalia*. *G. Richard* (*Anat. des trompes de l'uterus. Thèse. Paris* 1851), der diese Anomalie zuerst erwähnt, hat dieselbe unter 30 Fällen 5mal gesehen und auch blinde accessorische Ostien mit Fransen gesehen. Neulich beschreibt auch *W. Merkel* solche Fälle (Beitr. z. path. Entw. d. Genit. Erl. 1856. Diss.).

§. 210.

Veränderungen des Uterus zur Zeit der Menstruation und Schwangerschaft. Während der Periode vergrössert sich der ganze Uterus und lockert sich auf, was wohl vorzüglich auf Rechnung der sich ausdehnenden Gefässe und der bedeutenderen Durchtränkung des ganzen Organs mit Blutplasma zu setzen ist, wenigstens habe ich in der Muskelhaut ausser einer leichten Darstellbarkeit ihrer Elemente keine weiteren Veränderungen gefunden. Dagegen nimmt in manchen Fällen die Schleimhaut wirklich zu, verdickt sich bis zu 1, 2, selbst 3‴, ja in ihren vortretenden Falten bis zu 5—6‴, wird weicher und zeigt prächtige, leicht isolirbare Schlauchdrüsen von 1—3‴ Länge und 0,036—0,04‴ Breite und viele junge, runde und spindelförmige Zellen in ihrem Gewebe. Die Blutgefässe der Schleimhaut, aus denen vorzüglich das Menstrualblut stammt, sind im ganzen Umfange des Uterus besonders im Körper und Grunde ungemein zahlreich und ausgedehnt, was namentlich von dem oberflächlichen Capillarnetze gilt, wesshalb auch die *Mucosa* lebhaft roth gefärbt erscheint. Mit dem Austritte des Blutes aus den oberflächlichen zerreissenden Capillaren wird auch das Epithel der Schleimhaut grossentheils abgestossen, mit Ausnahme desjenigen des *Cervix* und findet sich dasselbe immer in grosser Menge in dem mit Blut gemengten Schleime, der das *Cavum uteri* erfüllt, dagegen ist es nicht als normal zu betrachten, wenn nach der Periode oder zur Zeit derselben die ganze Uterusschleimhaut oder Stücke derselben sich ablösen. — Nach der Periode treten die Theile rasch in ihre alten Verhältnisse wieder ein und bildet sich das Epithelium neu.

Ganz andere Veränderungen setzt die Schwangerschaft am Uterus, unter denen jedoch vom mikroskopischen Standpunkte aus nur die Zunahme

des Organs von Interesse ist, die bekanntlich auf einer ungemeinen Vergrösserung des Umfangs und des *Cavum* zuerst mit Verdickung, dann, vom 5. Monate an in der Regel, mit Abnahme der Wände und einer im Mittel 24fachen Massenvermehrung (*J. F. Meckel*, Anat. IV, 691) beruht. Die Art und Weise des Zustandekommens derselben war, was die histiologischen Verhältnisse anlangt, bis vor nicht langer Zeit so zu sagen ganz unbekannt, lässt sich aber jetzt in den Hauptpunkten ganz genügend darlegen. Die Hauptveränderungen finden sich in der Muskelhaut, auf deren Rechnung vorzüglich die Zunahme des Volumens des Uterus zu setzen ist und zwar sind es hier zwei Vorgänge, welche gemeinschaftlich an derselben sich betheiligen, einmal eine Vergrösserung der schon vorhandenen muskulösen Elemente und zweitens eine Neubildung von solchen. Erstere ist so bedeutend, dass die contractilen Faserzellen statt 0,002—0,003‴ Länge, 0,002‴ Breite wie sonst, im 5. Monate 0,06—0,12‴ Länge, 0,0025—0,006, selbst 0,01‴ Breite, in der zweiten Hälfte des 6. Monats 0,1—0,25‴ Länge, 0,004—0,006‴ Breite, 0,002—0,0028‴ Dicke besitzen, somit um das 7—11fache in der Länge und das doppelte bis 5fache in der Breite zunehmen. Die Neubildung von Muskeln ist in der ersten Hälfte der Gravidität besonders in den innersten Lagen der Muskelhaut zu beobachten, wo junge, runde Zellen von 0,01—0,018‴ Grösse in allen Uebergängen in Faserzellen von 0,02—0,03″ stets in Menge sich finden, mangelt jedoch auch in den äussern Schichten nicht. Vom 6. Monat an scheint diese Entstehung von Muskeln äufzuhören, wenigstens fand ich in der 26. Woche im ganzen Uterus nichts als die colossalen Faserzellen und keine Spur mehr ihrer frühern Formen. Gleich wie die Muskeln nimmt auch das sie vereinende Fasergewebe zu und zeigt gegen das Ende der Gravidität zum Theil deutliche Fibrillen. Während die Muskelhaut in dieser Weise wächst, hat auch die Schleimhaut mannigfach sich verändert. Sie ist es eigentlich, welche die Metamorphosen des *Uterus gravidus* einleitet, indem sie schon in der 2. Woche bis zu 2—3‴ sich verdickt, weicher, lockerer und röther wird, stärker vorragende Falten bekommt und bestimmter von der Muskelhaut sich abgrenzt, welche Eigenthümlichkeiten je länger um so deutlicher hervortreten. Mikroskopisch untersucht ergibt sich, dass nicht nur ihre Gefässe stärker ausgedehnt sind, sondern auch eine reich-



Fig. 284.

Fig. 284. Muskelelemente aus einem 5monatlichen schwangern Uterus. *a*. Bildungszellen der Muskelfasern, *b*. jüngere, *c*. entwickelte Faserzellen. 350mal vergr.

liche Neubildung von Bindegewebe in ihrem Parenchym und eine bedeutende Vergrösserung der schlauchförmigen Drüsen stattgefunden hat, welche letzteren nun 2—3‴ Länge und 0,04—0,11‴ Breite, 0,08‴ im Mittel betragen. Im weitern Verlaufe gestaltet sich nun aus dem grössten Theile der hypertrophischen Schleimhaut die bekannte *Decidua vera*, während ein andrer Theil an der Anheftungsstelle des Eies zur *Placenta uterina* sich umwandelt und durch eine Wucherung vom Rande dieser Theile aus die Reflexa um das Ei herum entsteht, Vorgänge, welche hier nicht weiter zu besprechen sind. Nur das kann bemerkt werden, dass die Utriculardrüsen in der *Vera* nach und nach zu weitern Säckchen sich umwandeln, deren Oeffnungen dieselbe und den Rand der Reflexa wie siebförmig durchbrochen erscheinen lassen, ferner dass die *Deciduae* vom 2. Monate an zwar allmählich an Dicke abnehmen, wegen der Vergrösserung der innern Oberfläche des Uterus jedoch in der Massenzunahme noch lange nicht stille stehen, endlich dass ihr Gewebe zu jeder Zeit aus grössern und kleinern runden Zellen mit prächtigen, oft mehrfachen Kernen, aus z. Th. colossalen Faserzellen mit schönen grossen Kernen und namentlich in der *Vera* aus zahlreichen Gefässen besteht, wogegen ein Epithel, die ersten Monate ausgenommen, an den *Deciduae* nicht mehr zu finden ist. — Die Schleimhaut des *Cervix* nimmt an der Bildung der *Deciduae* keinen Antheil und behält ihr Epithel (ohne Flimmern) während der ganzen Schwangerschaft. Doch wulstet sich dieselbe ebenfalls auf und vergrössern sich vor Allem ihre Schleimbälge, welche den bekannten, den Cervicalcanal ganz erfüllenden Schleimpfropf secerniren.

Die seröse Hülle nimmt zwar nicht in demselben Grade wie die

Fig. 285. Fig. 286

Fig. 285. *a.* Muskulöse Faserzelle aus einem 6monatlichen *Uterus gravidus*, *b.* der mittlere Theil derselben nach Essigsäurebehandlung den Schein einer Hülle zeigend, *c.* Kern der Faserzellen. Vergr. 350.

Fig. 286. Eine Uterindrüse einer Erstgebärenden 8 Tage nach der Conception.

Schleimhaut doch ebenfalls deutlich an Stärke zu, dagegen ist die Verdickung der Uterusbänder, namentlich der runden, sehr deutlich, und beruht ebenfalls auf ähnlichen Veränderungen ihrer glatten Muskulatur, wie sie beim Uterus beschrieben wurden, vielleicht auch auf einer Zunahme der quergestreiften Bündel. Ebenso ist das Wachsthum der Blut- und Lymphgefässe in die Länge und im Umfang sehr evident und einem guten Theile nach auf Rechnung vergrösserter und neu entstandener Muskelelemente zu setzen, die an den Venen auch in der *Adventitia* und *Intima* nachzuweisen sind. Was die Nerven anlangt, so verdicken sich dieselben ebenfalls, doch ist es zweifelhaft, ob wirklich neue Nervenröhren in denselben entstehen. Sicher ist dagegen, dass die vorhandenen Elemente an Breite und Länge zunehmen, ihre dunkelrandigen Contouren länger beibehalten und weiter ins Innere zu verfolgen sind als sonst.

Die Verkleinerung des Uterus nach der Geburt und die Herstellung eines den früheren Verhältnissen zwar nicht gleichen aber doch nahestehenden Zustandes kommt in den verschiedenen Theilen desselben nicht ganz in derselben Weise zu Stande. In der Muskelhaut spielt offenbar eine Atrophie der contractilen Faserelemente eine Hauptrolle, indem dieselben zugleich mit einer Fettbildung in ihrem Innern schon 3 Wochen nach der Geburt wieder dieselbe Kürze (0,03‴) zeigen, wie im jungfräulichen Uterus, doch kommt vielleicht auch eine vollständige Resorption gewisser Muskelfasern zu derselben hinzu. Anders verhält es sich mit der Schleimhaut, welche in Gestalt der *Deciduae* und *Placenta uterina* nach der Geburt vollständig ausgestossen wird und desswegen sich ganz neu zu bilden hat. Die genauern Vorgänge bei dieser einzig in ihrer Art dastehenden Regeneration sind noch nicht verfolgt, doch ist es mehr als wahrscheinlich, dass dieselbe schon innerhalb der ersten zwei oder drei Monate nach dem *Puerperium* sich vollendet. — Dass ausserdem auch die *Serosa*, die Gefässe und Nerven des Uterus sich zurückbilden ist klar, das Nähere hierüber jedoch noch nicht erforscht.

Fig. 287.

Von den Nerven des schwangern Uterus nimmt man seit *Tiedemann* allgemein an, dass dieselben stärker seien, als im jungfräulichen, doch wird dies in der neuesten Zeit von *Snow-Beck* gänzlich bestritten und von *Jobert de Lamballe (Compt. rend.* 1841 *Mai)* nur insofern zugegeben, als das sie umhüllende Bindegewebe, nicht aber die Nerven selbst verdickt seien. Es ist klar, dass nur mikroskopische, sehr genaue Untersuchungen in dieser Frage den Entscheid geben können, diese sind jedoch spärlich. Aus *Remak's* (l. c.) Angaben, dass die Nerven zur Zeit der Gravidität stärker und grau werden, was durch eine Zunahme kernhaltiger Fasern bedingt sei, ist vorläufig nichts zu schliessen, da jeglicher Anhaltspunkt mangelt, um zu entscheiden, ob diese kernhal-

Fig. 287. Muskulöse Faserzellen des Uterus 3 Wochen nach der Geburt, vier davon mit Essigsäure behandelt und blass. *α.* Kerne derselben, *γ.* Fettkörnchen in denselben. Vergr. 350.

tigen Fasern embryonale Nervenröhren oder eine Form von Bindegewebe sind. Dagegen verdanken wir *Kilian* sorgfältige Untersuchungen bei Thieren, die mit Gewissheit darthun, dass die Uterusnerven zur Zeit der Trächtigkeit weiter in die Uterussubstanz hinein als dunkelrandige Röhren sich verfolgen lassen, während dieselben früher, zum Theil schon bevor sie in den Uterus eintreten, zum Theil wenn sie kaum in denselben übergegangen, die Natur embryonaler markloser Röhren haben. Es gelang *Kilian* aus diesem Grunde auch die Nerven im schwangern Uterus viel weiter ins Parenchym zu verfolgen als sonst. Von einer Bildung neuer Nervenröhren in den Stämmen sah *Kilian* nichts, und hält er eine solche für unwahrscheinlich, indem man dann auch eine Neubildung von Gangliensubstanz annehmen müsste, was nicht wohl gehe. Mir scheint etwas der Art keineswegs unmöglich, da ja die Ganglienzellen- und Faservermehrung nur einmal bei der ersten Gravidität stattzufinden hätte, auch ist es gedenkbar, dass neugebildete Nervenröhren einfach als Aeste an andere sich anschliessen, und wird es daher doch gerathener sein abzuwarten, nach welcher Seite die den Menschen betreffenden Angaben *Remak's* sich entscheiden. Darauf möchte jedoch auch ich aufmerksam machen, dass eine Verdickung von Nerven allerdings auch durch Dickenzunahme der schon vorhandenen Röhren und Vermehrung des Neurilems geschehen kann, und dass die Nerven durch Vermehrung ihrer Endtheilungen an Zahl vollkommen befähigt werden können, über grössere Flächen sich auszubreiten als sonst.

Die Zunahme der Gefässe sowohl der Arterien als und vor Allem der Venen zur Zeit der Schwangerschaft ist sehr bedeutend, und daher unterscheidet sich um diese Zeit die mittlere, die grösseren Gefässe enthaltende Lage der Muskelsubstanz viel deutlicher von den beiden andern. Wie die Gefässe in der Schleimhaut, da, wo die *Placenta* sich bildet, sich verändern, kann hier nicht besprochen werden, und will ich nur so viel bemerken, dass ich zu denen gehöre, welche in der *Placenta uterina* des Menschen am Rande und an der convexen Fläche noch grössere Gefässstämme annehmen, dagegen im Innern nichts als wandungslose, zwischen den Zotten des Chorion befindliche Lacunen (vergl. *Kiwisch*, Geburtskunde I, p. 151 u. flgde.; *C. Wild*, Zur Physiologie der Placenta, Würzb. 1849; *Virchow*, Arch. III, p. 549; *Schroeder v. d. Kolk*, in Verh. d. Niederl. Instituts 1851). In der übrigen *Decidua* erweitern sich die Capillaren oft ungemein; nach *Virchow* (Arch. für pathol. Anat. III, p. 436) betragen die oberflächlichen Capillaren derselben in der 6. Woche der Gravidität 0,027—0,045‴ und werden äusserst dünnwandig und so sind dieselben wahrscheinlich ebenfalls an der Placentastelle, bevor ihre Wandungen schwinden und ihre Lumina zu den Lacunen derselben zusammenfliessen. — An den Venenstämmen des schwangern Uterus fand ich ausser der auch sonst vorhandenen Ringmuskellage mit ungemein vergrösserten Faserzellen noch eine äussere und innere longitudinale Muskelschicht mit ähnlichen colossalen Elementen, so dass mithin hier die Zunahme der Wandungen direct nachgewiesen ist (Zeitschr. f. w. Zool. I, 84).

§. 211.

Scheide und äussere Geschlechtstheile. Die 1‴ dicken Wände der Scheide, *Vagina*, bestehen aus einer äussern Faserhaut, einer mittlern Muskellage und einer Schleimhaut. Die dünne weissliche Faserhaut zeigt aussen mehr lockeres, nach innen derberes Bindegewebe mit vielen elastischen Fasern und Venennetzen und geht ohne Grenze in die zweite mehr röthliche Lage über, die neben Bindegewebe und vielen Venen eine ziemliche Zahl, namentlich während der Schwangerschaft entwickelter, glatter Muskelfasern enthält, die mit ihren quer- und längsverlaufenden Bündeln 0,04—0,08‴ langer Faserzellen eine wirkliche Muskelhaut zusammensetzen. Die Schleimhaut ist blassröthlich, mit vielen grössern und kleinern Falten und Warzen, den *Columnae rugarum*, versehen, und aus einem derben drüsenlosen, an elastischen Elementen ungemein reichen Bindegewebe

zusammengesetzt, dem sie ihre grosse Festigkeit und Dehnbarkeit verdankt. Ihre innere Oberfläche besitzt zahlreiche faden- oder kegelförmige Papillen von 0,06—0,08‴ Länge und 0,025—0,03‴ Breite, die ganz in ein 0,07—0,09‴ dickes Pflasterepithel, von derselben Art wie in der Speiseröhre, eingebettet sind, dessen oberste Plättchen bei einem Durchmesser von 0,01—0,015‴, Kerne von 0,003‴ enthalten. — Das Hymen ist eine Verdoppelung der Schleimhaut und besitzt dieselben Elemente wie sie.

Von der Scheide aus erstreckt sich die Schleimhaut auch noch auf die äussern Genitalien, überzieht die *Glans clitoridis* und den Vorhof mit der Harnröhrenmündung und bildet als Verdoppelungen das *Praeputium clitoridis* und die *Labia minora*. An den grossen Schamlippen geht dieselbe ununterbrochen in die äussere Haut über, welche an der innern Seite derselben und an den *Commissurae labiorum* noch mehr mit einer Schleimhaut übereinstimmt, am Rande und an der äussern Fläche dagegen und am *Mons veneris* ganz der *Cutis* gleicht. — Die Grundlage der Schleimhaut der äussern Genitalien ist ein schwammiges, gefässreiches, fettloses, jedoch an feinern elastischen Fasern ziemlich reiches Bindegewebe, das in seiner verdichteten, dem Corium entsprechenden, $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{5}$‴ dicken äussern Lage überall sehr entwickelte Papillen, an den *Labia minora* von $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{20}$, an der *Clitoris* von $\frac{1}{24}$—$\frac{1}{33}$‴, und ein geschichtetes Pflasterepithelium von 0,04—0,12‴ Dicke besitzt, dessen oberflächlichste Zellen zwischen 0,01—0,02‴ betragen (Fig. 59, 4). Die *Labia majora* stimmen im Bau ihrer Bekleidung zum Theil mit der *Mucosa* überein, zum Theil schliessen sie sich an die *Cutis* an und enthalten im Innern gewöhnliches Fettgewebe.

Die äussern Genitalien besitzen verschiedene kleinere und grössere Drüsen. Talgdrüsen von meist rosettenförmiger Gestalt und bedeutender Grösse ($\frac{1}{4}$—1‴) finden sich an den *Labia majora* aussen und innen in Verbindung mit grössern und kleinern Haarbälgen, ferner in grosser Menge an den *Lab. minora* meist ohne Haare und etwas kleiner (von $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{2}$‴), endlich auch hie und da um die Harnröhrenmündung und seitlich am Scheideneingang. Gewöhnliche traubenförmige Schleimdrüsen von $\frac{1}{3}$—$1\frac{1}{2}$‴ Grösse, mit kaum sichtbaren oder ziemlich grossen Mündungen, kurzen oder bis zu 6‴ langen Ausführungsgängen bieten in sehr wechselnder Zahl der Umkreis der Harnröhrenmündung, der Vorhof und die Seitentheile des Scheideneingangs dar. Endlich finden sich noch die zwei den *Cowper*'schen Drüsen des Mannes entsprechenden *Bartholini*'schen Drüsen am untern Ende der Vorhofszwiebeln seitlich am Scheideneingang, gewöhnliche traubenförmige Schleimdrüsen von 6‴ Grösse mit birnförmigen, von einem Pflasterepithelium ausgekleideten Drüsenbläschen von 0,02—0,05‴, die in einem compacten, kernhaltigen, der Muskelfasern entbehrenden Bindegewebe drin liegen. Die 7—8‴ langen, $\frac{1}{2}$‴ breiten Ausführungsgänge dieser Drüsen haben nach aussen von ihrer mit einem Cylinderepithelium von 0,01‴ ausgekleideten Schleimhaut eine zarte Längsschicht von glatten Muskeln, und enthalten immer einen zähen amorphen, klaren, gelblichen Schleim.

Die *Clitoris* mit ihren beiden *Corpora cavernosa* und die mit den Vorhofszwiebeln *(Bulbi vestibuli)*, dem gespaltenen *Corpus cavernosum ure-*

thrae des Weibes, in Verbindung stehende *Glans* sind im Kleinen gerade ebenso beschaffen, wie die entsprechenden Theile und cavernösen Körper des Mannes, und lassen sich die muskulösen Elemente hier noch leichter isoliren als beim Mann.

Die Blutgefässe der Scheide und der äussern Genitalien zeigen im Ganzen nicht viel bemerkenswerthes. In den Papillen der verschiedenen Orte finden sich meist einfache Gefässschlingen, nur wenn dieselben grösser oder zusammengesetzt sind, wie häufig im Umkreis der Harnröhrenmündung mehrfache solche. Die *Corpora cavernosa* verhalten sich wie beim Mann und scheinen nach *Valentin* auch in der *Clitoris* die *Art. helicinae* vorzukommen. — Ungemein reich sind die Venenplexus in den Wänden der Scheide über den Vorhofszwiebeln, doch stellen dieselben keineswegs, wie *Kobelt* annimmt, wirkliche cavernöse Körper dar. Die Lymphgefässe der äussern Genitalien und der Scheide sind zahlreich und münden theils in die Leistendrüsen, theils in die Beckenplexus. Die Nerven endlich stammen theils vom *Sympathicus*, theils von dem *Plexus pudendus* und sind namentlich in der *Clitoris* ungemein zahlreich, aber auch in der Scheidenschleimhaut nicht schwer zu finden. Dieselben bieten am letztern Orte Theilungen dar und sind in ihren Enden noch wenig erforscht. In den gefässhaltigen Papillen fand ich nirgends Nerven, dagegen traf ich einige Male in der *Clitoris* solche in gefässlosen kleinen Wärzchen, die auch rudimentäre Tastkörperchen enthielten, und glaube ich hier sowohl, wie an der Oberfläche der Schleimhaut selbst, in der ebenfalls hie und da den Tastkörperchen ähnliche Bildungen vergraben liegen, an feinern und stärkern Nervenfasern mit Schlingen wahrgenommen zu haben. — In der *Clitoris* des Schweines fand Dr. *Nylander* aus Helsingfors *Pacini*'sche Körperchen, die ich ebenfalls sah und Verbindungen der Nervenröhren in den Papillen durch Schlingen.

§. 212.

Physiologische Bemerkungen. Die Entwickelung der innern weiblichen Genitalien, die oben §. 205 schon berührt wurde, stimmt anfänglich mit derjenigen des Mannes vollkommen überein und ergibt sich erst nach einiger Zeit eine Differenz in der histiologischen Fortbildung der Geschlechtsdrüsen, sowie darin, dass beim Weibe der *Wolff*'sche Körper, ausser dass er den Nebeneierstock bildet, in keine weitere Beziehung zu den Genitalien tritt, während die sogenannten *Müller*'schen Gänge zu Eileitern, Uterus und Scheide sich gestalten. — Die histiologischen Verhältnisse anlangend, so sind fast nur die Eierstöcke von grösserem Interesse. Dieselben bestehen anfänglich aus

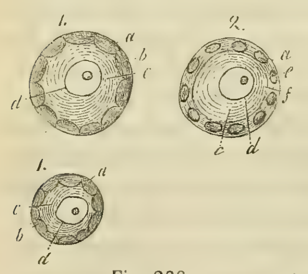


Fig. 288.

Fig. 288 3 *Graaf*'sche Follikel aus dem Eierstock eines neugebornen Mädchens. 350mal vergr. 1. ohne, 2. mit Essigsäure. *a*. Strukturlose Haut der Follikel, *b*. Epithel (*Membrana granulosa*), *c*. Dotter, *d*. Keimbläschen mit Fleck, *e*. Kerne der Epithelzellen, *f*. Dotterhaut, sehr zart.

gewöhnlichen Bildungszellen von 0,005—0,009‴ Grösse, welche später zum Theil in Fasern und Gefässe übergehen, zum Theil als Zellen beharren, von sich aus wahrscheinlich durch Theilung sich vermehren und zur Bildung der *Graaf*'schen Follikel dienen. Diese zeigen sich nach *Barry* zuerst als 0,01‴ grosse runde Häufchen einiger weniger Zellen, welche im Innern ein helleres Bläschen, das Keimbläschen, enthalten, nehmen jedoch bald durch Bildung einer zarten strukturlosen Haut aussen um die Zellen, die dann wie ein Epithel erscheinen, die Natur von Follikeln an. Solche jüngste *Graaf*'sche Bläschen *(Ovisacs Barry)* findet man zu Tausenden in den Eierstöcken von nahezu reifen Embryonen und von Neugebornen, und ist an ihnen die weitere Entwickelung sehr leicht zu verfolgen. Während der Follikel durch Vermehrung der Zellen seines Epithels (der *Membrana granulosa*) wächst und zugleich von aussen her eine gefässreiche Faserhülle sich anbildet, sammelt sich im Innern eine beim Menschen körnerarme helle Masse und drängt das 0,0065—0,008‴ grosse Keimbläschen mit einem Keimfleck von 0,001—0,0015‴ von dem Epithel, dem es zuerst dicht anlag, ab in die Mitte des Follikels. Hat dieser 0,02‴ erreicht, so wird eine das Keimbläschen und den gesammten Inhalt des Follikels umschliessende, der *Membr. granulosa* dicht anliegende Hülle, die Dotterhaut, sichtbar, welche alle Autoren als eine secundäre Bildung ansehen, obschon dieselbe vielleicht schon bei der allerersten Anlage der Follikel als eine ganz feine, das Keimbläschen eng umgebende Membran vorhanden ist. Anfangs ungemein zart und kaum wahrzunehmen, wird die Dotterhaut später, wenn der Follikel noch mehr sich vergrössert und neue Flüssigkeit aufnimmt, deutlicher, indem sie nun von der Wand derselben sich entfernt und auch bald sich verdickt. In Follikeln von 0,04—0,05‴ sind die Eier schon vollkommen deutlich und unverhältnissmässig gross, mit zarter *Zona* und den Wandungen der Follikel noch sehr nahe anliegend. Die weitere Entwickelung ergibt sich von selbst, nur will ich noch bemerken, dass man bei Neugebornen seltener schon von blossem Auge sichtbare Follikel findet; dagegen treten solche schon vor der Pubertät auf, um jedoch erst in dieser bedeutender sich zu entfalten.

Dem Gesagten zufolge reiht sich die Entstehung der *Graaf*'schen Follikel ganz an die der röhrenförmigen Drüsen an. Das erste ist ein Zellenhaufen, vielleicht anfänglich ohne Höhle und Inhalt, und entsteht dann die structurlose Haut, nicht durch Verschmelzung der äussersten Zellen, sondern wahrscheinlich als Ausscheidung derselben, womit der Follikel gegeben ist, der mithin vollkommen einem geschlossenen Drüsenbläschen oder einem Abschnitte eines schlauchförmigen Drüsencanals entspricht. Wo das Keimbläschen herkömmt und die Dotterhaut, ist zweifelhaft; wahrscheinlich ist das ganze Ei mit dem Keimbläschen nichts anderes als die centrale Zelle der ursprünglichen Anlage des *Graaf*'schen Follikels und somit zugleich mit diesem da. Auf jeden Fall entspricht dasselbe einer Zelle, und ist das Keimbläschen nichts als der Zellenkern, während die dicke *Zona pellucida* als durch Ausscheidung einer zarten ursprünglichen Dotterhaut gebildet angesehen werden darf

Ueber die physiologischen Verhältnisse der fertigen weiblichen Sexualorgane ist schon im früheren manches angeführt worden, und es wird daher hier genügen, noch die Bewegungen und Secrete derselben etwas ins Auge zu fassen. In den Eierstöcken, deren *Stroma* oft täuschend muskulös aussieht, habe ich mit Salpetersäure von 20% vergebens nach Muskeln gesucht, doch erhält man an frischen Präparaten hie und da mikroskopische Bilder, welche man geneigt ist, auf dieses Gewebe zu deuten. Dass die Eileiter sehr lebhafter Bewegungen fähig sind, wird nach den Resultaten der Vivisectionen bei Thieren und der mikroskopischen Untersuchung beim Menschen nicht zu bezweifeln sein und sehe ich entgegen *v. Kiwisch* (Geburtskunde p. 96) nicht ein, warum nicht durch Bewegungen derselben, verbunden mit einer Art Steifung durch grössere Füllung der Gefässe, ein Anlegen an den Eierstock zu Stande kommen sollte, wie dies auch durch die Erfahrungen von *Gendrin* und *Raciborski* (l. c. p. 412—417) an zwei während der Menstruation Gestorbenen und von *Laahr* (*De mutat. gen. mul. brevi post. concept, Halis* 1843) für eine kurz nach dem *Coitus* Getödtete bestätigt wird. Die Bewegungen des Uterus anlangend, so sind dieselben auf jeden Fall während der Geburt sehr energisch, fehlen aber auch ausser dieser Zeit nicht. Die Muskulatur ist so angelagert, dass einmal eine allseitige Verengerung der Uterushöhle, dann aber auch locale, mehr oder weniger ausgedehnte Contractionen mit grosser Leichtigkeit zu Stande kommen können. So ist beim Gebäract der *Cervix* und das *Orfiicium* erschlafft, während der Grund und der Körper sich zusammenzieht und erst zuletzt folgen noch Contractionen der ersteren Theile und der *Vagina*. Bei Krämpfen zieht sich der ganze Uterus enge um das Kind zusammen, bei Retention der *Placenta* ganz local nur der Grund. — Dass bei der Menstruation und beim *Coitus* Bewegungen eintreten, ist wahrscheinlich, aber nicht ganz ausgemacht. Bei letzterem nimmt man gewöhnlich eine Oeffnung des *Orificium* und Erweiterung des Cervicalcanales an. Denkt man sich dieselbe als selbständig im *Cervix* auftretend, so hat man Recht, wenn man mit *Kiwisch* (l. c. p. 103) gegen dieselbe opponirt, denn die radiären, von *Kasper* beschriebenen Fasern, die einzig etwas der Art bewirken könnten, existiren nicht; dagegen ist die Sache sehr leicht gedenkbar, wenn im *Cervix* und *Orificium* ein Nachlass der Muskulatur, im Körper und Grund eine Contraction besonders der longitudinalen Fasern statuirt wird. — Will man den Uterus in der Anordnung seiner Muskulatur und seinen Bewegungen mit einem andern Organe vergleichen, so ist keines passender als die Blase, in der die Muskulatur wesentlich ebenso angeordnet ist und ein physiologischer Gegensatz zwischen den untern und obern Theilen sich findet. — Die Sensibilität des Uterus und der innern Theile der weiblichen Genitalien überhaupt ist sehr gering; sorgfältiges Sondiren der Uterushöhle macht keine Sensation, ebenso wird eine Berührung der Vaginalportion oft kaum empfunden, dagegen können diese Theile bei stärkerem Druck, Zerrungen, Entzündungen schmerzen. Die Scheide wird nach unten zu immer sensibler und was die äussern Genitalien anlangt, so sind es besonders die *Clitoris*, welche die reiche Nervenausbreitung zu Sensationen befähigt, dann auch der Scheideneingang besonders an den Mündungen der *Bartholin*'schen oder *Duverney*'schen Drüsen.

Die Secrete der weiblichen Genitalien sind, abgesehen von denen des *Ovarium*, 1) ein weisslicher Schleim im Uterus, der wohl vorzüglich von den Uterindrüsen stammt und alkalisch reagirt, 2) ein glasheller zäher alkalischer Schleim im *Cervix uteri* (s. oben); 3) ein saurer Schleim in der *Vagina*, der häufig Schleimkörperchen in Menge, und wie *v. Scanzoni* und ich neulich nachgewiesen haben, fast constant das schon von *Donné* gesehene *Infusorium*, die *Trichomonas vaginalis* enthält; 4) das helle zähe Secret der *Bartholin*'schen Drüsen, das während der Begattung in grosser Menge entleert wird und bei Reizungen, wie *Huguier* und *v. Scanzoni* sahen, selbst manchmal im Strahle hervortritt, was auf Rechnung der Muskeln des Ausführungsganges geschrieben werden kann; 5) die Secrete der kleinen Talg- und Schleimdrüsen der äussern Genitalien.

Untersuchung der weiblichen Genitalien. Die *Graaf*'schen Follikel sind möglichst frisch zu untersuchen, wenn man die *Membrana granulosa* und Eier in ihren natürlichen Verhältnissen sehen will. An ältern Eikapseln schwimmt die erstere in Flocken

im *Liquor folliculi* und ist auch der Keimhügel meist zerstört. Um das Eichen, dessen Lage man bei gewissen Thieren, wie beim Hund z. B., schon bei noch geschlossenem Follikel erkennt, sicher zu erhalten, öffnet man einen grösseren sorgfältig herauspräparirten Follikel unter etwas Wasser und untersucht mit einer kleinen Vergrösserung die grösseren hervorgetretenen Flocken, sonst findet man dasselbe auch leicht, wenn man den Inhalt eines Follikels sorgfältig auf einem Objectträger auffängt. Auch beim rohen Zerschneiden oder Zerzupfen von Eierstöcken zeigen sich immer leicht Eier, doch ist dies nicht gerade eine empfehlenswerthe Methode. — Die Muskulaturen der Eileiter, des Uterus, der Scheide etc. erforsche man durch sorgfältige Präparation, dann auch an feinen Schnitten von erhärteten Theilen. *Kasper* empfiehlt besonders den Uterus 3 Minuten in Wasser zu kochen und dann 24 Stunden in möglichst concentrirtes kohlensaures Kali zu legen, oder ihn mit Holzessig zu behandeln und die Schnittchen mit verdünnter Essigsäure zu befeuchten, während *Schwartz* und *Reichert* den in Alkohol erhärteten Uterus trocknen, und die Muskelfasern durch kurze Einwirkung von Salpetersäure von 20% deutlich machen. Auch die Methode, die *Wittich* anwandte (p. 509), ist nach *Gerlach* zu gebrauchen. Die contractilen Faserzellen sieht man nirgends schöner als im schwangern Uterus, die Uterindrüsen am prächtigsten bei Menstruirenden und im ersten Monate nach der Conception. Das Flimmerepithelium wird nur in ganz frischen Objecten gesehen, am besten noch in der *Tuba*, die Zellen ohne Härchen dagegen leicht. Die Präparation der äussern Theile macht keine Schwierigkeit und gelten für die Drüsen, Nerven, Papillen, das Epithel die schon früher angeführten Regeln.

Literatur. *C. E. v. Baer, De ovi mammalium et hominis genesi epist. Lips.* 1827 und *Commentarius*, deutsch in *Heusinger's* Zeitschrift II; *Coste, Recherches sur la génération des mammifères, Paris* 1834; *Embryogénie comparée, Paris* 1837; *Études ovologiques*, in *Annal. franc. et étrang. d'anat. et de phys. II*, 324, 1838; *Histoire générale et part. du développgment, Paris* 1847; *A. Bernhardt, Symbolae ad ovi mam. hist. ante praegnat., Vrat.* 1834. *Diss.; R Wagner*, Ueber das Keimbläschen, in *Müll.* Arch. 1835, S. 373; *Prodromus hist. generationis, Lips.* 1836; Beiträge zur Zeugung und Entwickelung, in Denkschr. der bayr. Akad. Bd. II, 1837, p. 511; *M. Barry, Researches in Embryology, Series I. II. III.*, in *Philos. Transact.* 1838—40; *Bischoff*, Beweis der von der Begattung unabhängigen Reifung und Loslösung der Eier der Säugethiere und des Menschen, Giessen 1844, und *Ann. d. sc. nat.* 3. *Sér. II*, 1844, 304; *Pouchet, Théorie positive de l'ovulation spontanée, Par.* 1847; *Ecker, Icon. phys. Tab. XXII.*; *Zwicky, De corpor. luteorum origine. Turici* 1844; *Kobelt*, Der Nebeneierstock des Weibes, Heidelberg 1847; *W. Steinlin*, Ueber die Entwickelung der *Graaf*'schen Follikel und Eier der Säugethiere, in Mittheil. d. Zürcher naturf. Gesellschaft, 1847, p. 156; *Allen Thomson, Articl. Ovum*, in *Cycl. of Anat. P. XLVIII; Fr. Tiedemann, Tabulae nervorum uteri, Heidelb.* 1822; *G. Kasper, De structura fibrosa uteri non gravidi, Vrat.* 1840; *E. H. Weber*, Zusätze zur Lehre vom Bau der Geschlechtsorgane, Leipzig 1846; *Kölliker*, Ueber die glatten Muskeln der weiblichen Genitalien, in Zeitschr. f. wiss. Zool. I.; *Fr. Kilian*, Die Structur des Uterus bei Thieren, I. II. Art. in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VIII. IX. 1849 u. 1850; Die Nerven des Uterus, ibid. 1850, Bd. X, S. 41; *R. Lee, Memoirs on the Ganglia and nerves of the uterus, Lond.* 1849; *Th. Snow-Beck, On the nerves of the uterus*, in *Philos. Transact. II*, 1846; *Rainey, On the structure and use of the lig. rotundum uteri*, in *Phil. Transact. II*, 1850; *Val. Schwartz, Obser. microsc. de decursu muscul. uteri et vaginae hominis, Dorp.* 1850, *Diss.*; *Robin, Mém. pour servir à l'hist. anat. et pathol. de la membrane muqueuse uterine*, in *Arch. génér. de méd.* 1848. *Tom. XVII, p.* 258 u. 405. *Tom. XVIII, p.* 257, *Gaz. med.* 1855, Nr. 50; *Kobelt*, Die männlichen und weiblichen Wollustorgane, Freib. 1844; *Tiedemann*, Von den Duverney'schen Drüsen des Weibes, Heidelberg 1840; *C. Mandt*, Zur Anatomie der weiblichen Scheide, in Zeitschr. f. rat. Med. VII, p. 1; *Huguier, Sur les appareils secrét. des Organes génit. ext. de la femme*, in *Ann. d. sc. nat.* 1850, *p.* 239; *Leuckart*, Art. Zeugung, in Handw. d. Physiol. IV.; *H. Müller*, Ueber e. Zust. der menschlichen Uterindrüsen, in Würzb. Verh. IV, p. 65; *W. Tyler-Smith*, in Med.-chir. Trans. Vol. XXXV, p. 378—398, *Kölliker* und *Scanzoni*, Das Secret der Schleimhaut der *Vagina* und des *Cervix*

uteri in *Scanzoni's* Beiträgen II, 1855; *E. Wagner*, z. norm. u. path. Anat. d. Vaginalport. in Arch. f. phys. Heilk. 1856, p. 498; *R. Maier*, Beitr. z. Phys. u. Path. d. Uterus in Freib. Ber. April 1857.

C. Von den Milchdrüsen.

§. 213.

Die Milchdrüsen, *Glandulae lactiferae*, sind zwei zusammengesetzt traubige Drüsen, welche beim Manne nur rudimentär, beim Weibe dagegen vollkommen entwickelt sind und nach der Geburt die Milch secerniren.

Bezüglich auf den Bau, so stimmen die Milchdrüsen im Wesentlichen vollkommen mit den grösseren traubenförmigen Drüsen, z. B. der *Parotis* und dem *Pancreas* überein. Jede Drüse besteht aus 15—24 und mehr unregelmässigen, platten oder birnförmigen, im Umkreise rundlich eckigen, ½—1‴ grossen Lappen, welche, wenn auch in ihren Höhlungen ganz von einander getrennt, doch äusserlich nicht immer scharf sich sondern lassen, und jeder aus einer gewissen Zahl kleinerer und kleinster Läppchen und diese endlich aus den Drüsenbläschen zusammengesetzt sind. Diese sind rundlich oder birnförmig, 0,05—0,07‴ gross, von den feinsten Ausführungsgängen deutlicher abgeschnürt, als z. B. bei den kleinen Schleimdrüsen und wie überall aus einer structurlosen Haut und einem Pflasterepithel gebildet, das zur Zeit der Lactation besondere Metamorphosen erleidet. Alle Drüsenelemente werden von einem, namentlich zwischen den Drüsenbläschen und kleinern Läppchen sehr reichlichen, derben, weissen Bindegewebe umgeben und zu einer compacten grossen Drüsenmasse vereint, welche dann schliesslich noch von reichlichem Fettgewebe und zum Theil von der Haut bedeckt wird. — Die Milchdrüsen sind eigentlich keine einfachen Drüsen, sondern ähnlich den Thränendrüsen Aggregate von solchen. Aus jedem Drüsenlappen entspringt nämlich durch den Zusammenfluss der Ausführungsgänge der kleinern und grössern Lappen schliesslich ein kürzerer oder längerer, 1—2‴ weiter Gang, der Milchgang oder Milchcanal, *Ductus lactiferus s. galactophorus*, welcher gegen die Brust-

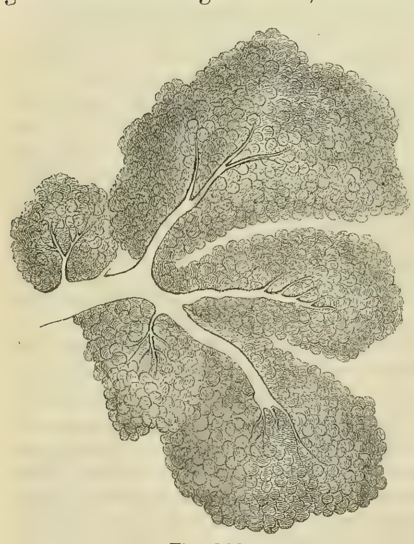


Fig. 289.

Fig. 289. Einige kleinste Läppchen der Milchdrüse einer *Puerpera* mit ihren Gängen, 70mal vergr. Nach *Langer*.

warze verlaufend und immer noch kleinere Gänge aufnehmend, unter dem Warzenhofe zu einem 2—4‴ weiten länglichen Säckchen, dem Milchsäckchen, Milchbehälter, *Sacculus s. sinus lactiferus*, anschwillt, dann bis zu 1 oder ½‴ verschmälert in die Warze umbiegt und endlich für sich mit einer nur ⅓—⅕‴ weiten Oeffnung auf der Spitze derselben zwischen den hier befindlichen Höckern ausmündet. — Alle diese Ausführungsgänge besitzen ausser einem Epithelium, das in den stärksten Gängen cylindrische Zellen von 0,006—0,01‴ Länge, in den feinern Ramificationen dagegen rundlich polygonale kleinere Zellen zeigt, und einer homogenen Lage unter demselben eine weisse derbe, an den grössern Canälen längsgefaltete Faserhaut, in der ich bisher keine unzweifelhaften Muskelfasern, sondern nichts als ein kernhaltiges longitudinales Bindegewebe mit feinen elastischen Fasern auffinden konnte. Doch glaubt *Henle* neulich in den Milchgängen, nicht denen der Warze, sondern tiefer in der Drüse drin Längsmuskeln wahrgenommen zu haben (Jahresber. 1850. p. 41), eben so *H. Meckel.*

Die Brustwarze und der Warzenhof besitzen zahlreiche glatte Muskeln, denen sie ihre Contractilität verdanken (cf. §. 36), eine zarte Oberhaut, deren Hornschicht beim Weibe nur 0,006‴ beträgt, während die *Malpighi*'sche Lage 0,04‴ dick und in der Tiefe gefärbt ist, und zusammengesetzte Papillen von $1/10$—$1/33$‴. An der Brust selbst sind die Papillen klein ($1/60$—$1/80$‴) und einfach und die Epidermis noch feiner, von 0,032—0,04‴, jedoch mit mächtiger Hornschicht von 0,02—0,024‴. Im Warzenhofe, besonders am Rande desselben, nicht an der Warze selbst, finden sich grössere Schweissdrüsen oft mit eigenthümlichem Inhalt und grössere Talgdrüsen mit feinen Härchen, welche Drüsen oft von aussen sichtbare Höckerchen bilden (cf. §§. 69 u. 76). — Beim Manne sah ich Talgdrüsen ohne Haare auch an der Warze.

Die Blutgefässe der Milchdrüse sind zahlreich und umgeben die Drüsenbläschen mit einem ziemlich engen Netz von Capillaren. Die Venen erzeugen im Warzenhof einen nicht immer ganz geschlossenen Kreis (*Circulus venosus Halleri).* Ebenso reich sind die Saugadern in der Haut, welche die Drüse deckt, in der Drüse selbst dagegen hat man dieselben noch nicht nachgewiesen. Die Nerven der Haut, welche die *Mamma* deckt, stammen von den *NN. supraclaviculares* und den Hautästen des 2—4. *N. intercostalis.* Ins Innere der Drüse lassen sich keine weitern Nerven verfolgen, als einige mit den Gefässen verlaufende feine Zweigchen, deren Ende unbekannt ist.

Zur Zeit der Lactation vergrössert sich die Milchdrüse sehr bedeutend. Ihr Gewebe ist nicht mehr gleichförmig, weisslich und fest, sondern weicher, körnig und gelappt, mit einem von den weisslichen, gelockerten, interstitiellen Gewebe deutlich abgegrenzten gelbröthlichen drüsigen Parenchym. Die Drüsenbläschen und Milchgänge sind weiter, mit Milch gefüllt, die Gefässe ungemein vermehrt. Bei den äussern Theilen ist besonders die Vergrösserung des Warzenhofes und der Warze bemerkenswerth, deren Ursachen auf einem Wachsthum dieser Theile mit allen ihren Elementen, auch den Muskelfasern und kleinen Drüsen, zu beruhen scheinen und nicht in einer einfachen Ausbreitung der Färbung über eine grössere Fläche. — Beim Manne ist die Milchdrüse ganz rudimentär, ½—2″ breit und 1—3‴ dick, nicht gelappt, und

fest. Die Milchgänge entbehren der Milchsäckchen und sind nie so weit entwickelt, wie beim Weibe, indem dieselben entweder in der Form denen entsprechen, die man bei Neugeborenen findet, oder bei grösseren Drüsen mehrfach verästelt und mit einer gewissen Zahl von Endblasen besetzt sind, die ihrer meist bedeutenderen Grösse wegen (sie übertreffen nach *Langer* die Drüsenbläschen des Weibes um das dreifache, während *Luschka* sie nur 0,02—0,020''' gross schildert), nicht für wirkliche Drüsenbläschen zu halten sind. In seltenen aber constatirten Fällen kann auch hier die Drüse eine solche Entwickelung nehmen, dass sie zur Milchsecretion tauglich wird.

§. 214.

Physiologische Bemerkungen. Die Milchdrüse folgt in ihrer Entwickelung den andern Drüsen der Haut, und ist, wie ich (Mitth. d. Zürcher nat. Ges. 1850, Nr. 41) mit *Langer* (l. c.) finde, anfänglich (im 4—5. Monat) nichts als ein solider warzenförmiger Fortsatz der Schleimschicht der Oberhaut, der von einer Lage dichteren Cutisgewebes umhüllt wird (Fig. 290, 1). Indem derselbe im 6—7. Monat eine gewisse Zahl von Sprossen treibt, entstehen die ersten Anlagen der spätern Lappen (Fig. 290, 2). Dieselben sind zuerst nichts als kleine, von der gemeinsamen Drüsenanlage ausgehende birn- oder flaschenförmige Fortsätze, welche erst gegen das Ende der Fötalperiode von einander sich isoliren und nach aussen sich öffnen, während sie zugleich an ihrem soliden Ende rundliche oder längliche, ebenfalls solide Knospen zu treiben beginnen. Zur Zeit der Geburt misst die Drüse von 1½—4''' und lässt schon deutlich eine gewisse Zahl, 12—15 Abschnitte erkennen, von denen die innern, der noch rudimentären Warze nähern, zum Theil einfach flaschenförmig oder mit nur 2—3 Ausbuchtungen enden, während die andern mit einer grössern Zahl von solchen in Verbindung stehen. Ein jedes dieser rudimentären Läppchen ist in dem einfachen oder 2—3mal verästelten Ausführungsgange aus einer Faserhaut von unreifem kernhaltigem Bindegewebe und einem kleincylindrischen Epithel zusammengesetzt und deutlich hohl, während die kolbigen Enden, die man hier, so wenig wie bei andern sich bildenden Drüsen schon Endbläschen nennen kann, noch kein Lumen besitzen, vielmehr neben der von den Gängen auf sie übergehenden Faserhülle durch und durch aus kleinen kernhaltigen Zellen bestehen. Aus dieser noch sehr einfachen Form entwickelt sich die spätere dadurch, dass durch lang fortgesetzte Sprossenbildung von den ursprünglichen und jewei-

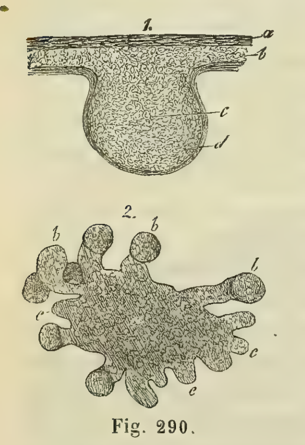


Fig. 290.

Fig. 290. Zur Entwickelung der Milchdrüse. 1. Milchdrüsenanlage eines 5monatlichen männlichen Embryo. *a.* Hornschicht, *b.* Schleimschicht der Oberhaut, *c.* Fortsatz der letztern oder Anlage der Drüse, *d.* Faserhülle um denselben. 2. Milchdrüse eines 7monatlichen weiblichen Fötus von oben. *a.* Centralmasse der Drüse mit grössern (*b*) und kleinern (*c*) soliden Auswüchsen, den Anlagen der grossen Drüsenlappen.

ligen kolbigen Enden aus und durch hiermit gleichen Schritt haltende Aushöhlung derselben schliesslich ein vielfach verästelter, an seinen Ausläufern von ganzen Gruppen von hohlen Drüsenbläschen besetzter Gang entsteht; doch gehen diese Vorgänge bei der Milchdrüse langsamer als bei irgend einem andern Secretionsorgane vor sich. Nach *Langer*, dem wir hierüber sorgfältige Untersuchungen verdanken, finden sich im kindlichen Alter vor dem Eintritte der Menstruation noch nirgends wirkliche Endbläschen, sondern überall nur unausgebildete Gänge mit kolbenförmigen Enden. Mit dem Eintritte der Pubertät entstehen dann wirkliche Drüsenbläschen, jedoch anfänglich nur am Rande der Drüse, bis endlich mit der ersten Schwangerschaft die ganze Drüse vollkommen sich entwickelt. Nach der ersten Lactation verkleinert sich zwar die Drüse wieder, bleibt aber in allen ihren Theilen bestehen, um dann bei darauf folgenden Conceptionen einfach sich zu vergrössern, ohne neue Theile anzusetzen. Zur Zeit der Involution — vielleicht auch wenn nach einer Gravidität zu lange Zeit vergeht, ohne dass die Drüse in Anspruch genommen wird — bildet sich dieselbe zurück, bis endlich im Alter alle Drüsenbläschen geschwunden sind und nur noch die mehr oder weniger weit erhaltenen, in ihrem Epithel fettig entarteten Milchgänge in dem an die Stelle des Drüsengewebes getretenen Fettpolster zu finden sind.

Die Milch, das Secret der Milchdrüsen, besteht aus einer Flüssigkeit, dem Milchplasma, und unzähligen, in derselben suspendirten, runden dunkeln, wie Fetttropfen glänzenden Körperchen von unmessbarer Feinheit bis zu 0,001 und 0,002''' Grösse und darüber, den Milchkügelchen, welche höchst währscheinlich nicht aus den Fetten der Milch allein bestehen, sondern auch eine zarte Hülle von Casein besitzen und der Milch ihre weisse Farbe verleihen. Bezüglich auf die Bildung der Milch ist zu bemerken, dass ausserhalb der Zeit der Lactation und Schwangerschaft die Drüsen nichts als eine geringe Menge eines gelblichen zähen Schleimes mit einer gewissen Zahl von Epithelzellen enthalten und bis in ihr Ende von einem pflasterförmigen, nach aussen mehr cylindrischen Epithel ausgekleidet sind. Mit der Conception ändert sich dies. Die Zellen der Drüsenbläschen beginnen zuerst wenig, dann immer mehr Fett in sich zu entwickeln und sich zu vergrössern, so dass sie die Endbläschen ganz erfüllen. Hierzu kommt noch vor dem Ende der Schwangerschaft eine Neubildung von fetthaltigen Zellen in denselben, durch welche die älteren Zellen in die Milchgänge getrieben werden und diese nach und nach erfüllen. So geschieht es, dass obschon eine eigentliche Secretion noch nicht eintritt, doch in der Regel in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft einige Tropfen Flüssigkeit aus der Drüse ausgedrückt werden können, welche, wie ihre gelbliche Farbe zeigt, zwar keine Milch ist, aber doch eine gewisse Zahl Fettkügelchen aus den mehr oder weniger zerfallenen fetthaltigen Zellen, den spätern Milchkügelchen ganz gleich,

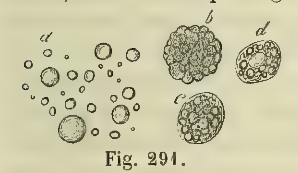


Fig. 291.

Fig. 291. Formelemente der Milch, 350mal vergr. *a.* Milchkügelchen, *b.* Colostrumkörper, *cd.* Zellen mit Fettkügelchen aus dem Colostrum, die eine *d.* mit einem Kern.

und auch solche Zellen mit oder ohne Hülle, sogenannte Colostrumkörper enthält. Beginnt nach der Geburt die Lactation, so erlangt die Zellenbildung in den Drüsenbläschen eine ungemeine Energie, wodurch die in den Milchcanälen und Drüsenbläschen angesammelten Säfte in den ersten 3—4 Tagen als Colostrum oder unreife Milch entleert werden und die wirkliche Milch an die Stelle tritt.

Diese besteht in den Enden der Drüse aus nichts anderem als etwas Flüssigkeit und mit Fettkügelchen ganz gefüllten Zellen, welche bald die Drüsenbläschen ganz erfüllen, bald neben blasseren doch ebenfalls mehr weniger fetthaltigen Epithelzellen dieselben einnehmen, und entweder einer freien Zellenbildung ihren Ursprung verdanken oder von den Epithelzellen aus — analog der Bildung des Hauttalges (cf. §. 77) — durch fortwährende Vermehrung derselben entstehen. Diese Zellen, die ich Milchzellen nennen will, zerfallen schon in den Milchgängen in ihre Elemente, die Milchkügelchen, indem ihre Hüllen und meist auch die Kerne spurlos schwinden, so dass die ausgeschiedene Milch in der Regel keine Spur ihrer Entstehungsweise zeigt. Höchstens finden sich in ihr sehr vereinzelte grössere oder kleinere Klümpchen von Milchkügelchen, die man, weil sie denen im Colostrum vorkommenden ähnlich sind, ebenfalls Colostrumkörperchen nennen kann. — Die Milchsecretion beruht mithin wesentlich auf einer Bildung von Flüssigkeit und fetthaltigen Zellen in den Drüsenbläschen und reiht sich somit denjenigen Ausscheidungen an, bei denen geformte Elemente eine Rolle spielen, vor allem den fetthaltigen Secreten, wie dem Hauttalg, in dem ganz ähnliche Zellen sich finden, wie in den Drüsenbläschen der Milchdrüse und im Colostrum.

Bei Neugebornen enthält die Milchdrüse sehr häufig eine geringe Menge einer in ihrem Aeussern und mikroskopischen Character wie Milch sich verhaltenden Flüssigkeit, deren Entstehung wahrscheinlich mit der Bildung der Drüsencanäle zusammenhängt.

Von den Colostrumkörpern und Fettkügelchen des Colostrum hat *Reinhardt* zuerst nachgewiesen, dass *Nasse's* und *Henle's* Vermuthung, dass dieselben mit einer Bildung von fetthaltigen Zellen in der Milchdrüse im Zusammenhang stehen, und erstere in ihrer gewöhnlichen Form nichts als hüllenlose Zellen, die letztern aus Zellen frei gewordene Fetttropfen sind, vollkommen begründet ist, doch ist er geneigt, die Colostrumbildung und die Milchsecretion zu trennen und die erstere als einen eher pathologischen Vorgang, als eine Fettmetamorphose, durch welche die alten Epithelzellen der Drüse vor der eigentlichen Milchbildung nach aussen entleert werden, zu betrachten, namentlich darum, weil er bei der eigentlichen Milchbildung keine fetthaltigen Zellen zu beobachten vermochte. Seit jedoch namentlich *v. Bueren* solche gefunden hat, und demnach die Milch und Colostrumbildung einander morphologisch ganz entsprechend erscheinen, lässt sich eine solche Trennung nicht mehr vertheidigen, und kann die Colostrumbildung bei Mehrgebärenden kaum anders denn als die Einleitung zur Milchbereitung angesehen werden. Dagegen bin ich allerdings der Ansicht, dass die Entstehung des ersten Colostrums mit der während der ersten Schwangerschaft sich einstellenden ungemeinen Entwickelung der Milchdrüse zusammenhängt und zum Theil von den während der Bildung der letztern Drüsenenden vergehenden innern Zellen ihrer anfänglich soliden Anlagen herrührt. In ähnlicher Weise deute ich auch die Milchbildung bei Neugebornen, von denen sicherlich nicht an eine wirkliche Secretion zu denken ist.

Donné, der Entdecker der Colostrumkörper, gibt an, dass bei Entzündungen und Anschwellungen der Brüste von Säugenden die Milch die Natur von Colostrum annehme,

was jedoch *d'Outrepont* und *Münz* leugnen (Neue Zeitschr. für Geburtskunde, Bd. 10), ebenso soll nach *Lehmann* (Phys. Chemie, II. 327) bei acuten Leiden überhaupt und dann auch bei der Menstruation *(Donné, d'Outrepont)* die Milch Colostrumkörperchen zeigen, welche *Donné*, wenn sie in grösserer Menge da sind, immer als einen Beweis schlechter Milch ansieht. — Bei der Klauenseuche fanden *Herberger* und *Donné* die Milch mehr colostrumartig. In saurer Milch findet man Casein in Körnchen geronnen und die Milchkügelchen nach und nach zu grössern Tropfen zusammenfliessend. Blaue und gelbe Milch enthält nach *Fuchs* (siehe *Scherer* Art. »Milch« in Handw. d. Phys. II, p. 470) ungefärbte Infusorien, die er *Vibrio cyanogenus* und *xanthogenus* nennt, die auf gesunde Milch übergetragen, dieselbe ebenfalls färben, was *Lehmann* für blaue Milch bestätigt, doch findet sich nach *Bailleul (Compt. rend. 17. p. 1138)* und *Lehmann* in solcher auch ein Fadenpilz. — Auch rothe Milch hat *C. Nägeli* beobachtet und pflanzliche protococcusartige Bildungen in derselben gefunden.

Zur Untersuchung wählt man vor Allem die Brustdrüse von Schwangern, Säugenden oder von Frauen, die schon geboren haben, weil nur in diesen die Drüsenbläschen schön entwickelt sind. Durch Zerzupfen der kleinsten Läppchen kommen die Elemente derselben leicht zur Anschauung, will man dagegen ihre Anordnung sehen, so sind feine Segmente in Essig gekochter und getrockneter Drüsen vor Allem zu empfehlen, dann auch injicirte Präparate, welche von den Milchsäckchen aus nicht schwer zu erhalten sind. — Zum Studium der Entwickelung der Drüse sind neben frischen auch Essigsäurepräparate durchaus nothwendig. Die glatten Muskeln des Warzenhofes findet man schon durch blosse Präparation, obschon nicht immer leicht, da sie, ausser zur Zeit der Gravidität, oft sehr zart sind.

Literatur. *Rudolphi*, Bemerkungen über den Bau der Brüste, in den Abh. der Berlin. Akad. im Jahr 1831, S. 337; *A. Cooper*, *The anatomy of the breast, Lond.* 1839, 4; *C. Langer*, Ueber den Bau und die Entwickelung der Milchdrüsen, mit 3 Taf. aus den Denkschr. d. Wiener Akad. Bd. III. Wien 1851; *A. Donné*, *Du lait et en particulier du lait des nourrices. Paris* 1836; Ueber die mikroskopischen Körperchen im Colostrum, in *Müller's* Archiv 1839, p. 182; *Cours de Microscopie. Paris* 1844; *Fr. Simon*, Die Frauenmilch, nach ihrem chemisch. und physiol. Verhalten dargestellt. Berlin 1838; Ueber die *Corps granuleux* von *Donné*, in *Müll.* Arch. 1839. S. 10 u. 187; *J. Henle*, Ueber die mikr. Bestandtheile der Milch, in Fr. Not. 1839. Nr. 223; *H. Nasse*, Ueber die mikr. Best. der Milch, in *Müll.* Arch. 1840. S. 259; *Reinhardt* im Archiv f. pathol. Anat. Bd. I. p. 52—64; *Lammerts van Bueren*, *Onderzoekingen over de Melkbolletjes*, in *Nederl. Lancet.* 2. *Ser.* 4. *Jaarg. p.* 722, oder *Observ. microscop. de lacte Traject. ad Rhenum* 1849, *Diss*; *De Ontwikkeling van de Vormbestandeelen der Melk*, in *Ned. Lanc.* 2. *Ser.* 5. *Jaarg. p.* 1; *Fr. Will*, Ueber die Milchabsonderung. Erlangen 1850. Programm; *Ch. Robin*, *De la correl. exist. entre le dével. de l'Uterus et celui de la mamelle*, in *Gaz. méd.* 1850. *Nr.* 13; *Moleschott*, Chem. u. mikr. Not. über die Milch, in Arch. f. phys. Heilk. XI. p. 696; *Luschka*, zur Anat. d. männl. Brustdrüsen, in *Müll.* Arch. 1852. p. 402; *H. Meckel von Hemsbach*, Path. Anat. d. Brustdrüse, in illustr. med. Zeitg. III. p. 141. — Ausserdem vergleiche man die allgemeine Anatomie von *Henle*, *J. Müller's* Drüsenwerk und die Atlanten von *Berres*, *Donné* und *Mandl*.

Vom Gefässsysteme.

§. 215.

Das Gefässsystem besteht aus dem Herzen, den Blut- und den Lymphgefässen und enthält in seinen Höhlen das Blut und die Lymphe *(Chylus)* mit unzähligen geformten Theilchen. Als besondere Organe erscheinen am Lymphgefässsystem die Lymphdrüsen.

1. Vom Herzen.

§. 216.

Das Herz ist ein in vier Abschnitte getheilter starker muskulöser Schlauch, der aussen von einer *Serosa*, dem *Pericardium*, umschlossen wird und als innere Auskleidung das *Endocardium*, eine Fortsetzung der Wandungen der grossen Gefässe, insonderheit der *Intima* besitzt.

Das *Pericardium* weicht in seinem Bau von andern serösen Häuten, dem *Peritonaeum* namentlich, nicht ab. Die äussere Lamelle ist bedeutend dicker und nach aussen mehr fibrös, nach innen bis unter das 1- oder 2schichtige Pflasterepithel mit vielen feinen elastischen Netzen versehen. Sehr zahlreich finden sich diese auch in der innern dünnen Schicht, die zum Theil mit der Muskulatur sehr innig zusammenhängt, zum Theil namentlich in den Furchen durch gewöhnliches Fettgewebe von derselben geschieden ist, welches Fettpolster übrigens nicht selten als eine fast das ganze Herz überziehende subseröse Lage erscheint. Die Gefässe verhalten sich wie anderwärts und was die Nerven anlangt, so sind in der äussern Lamelle des Herzbeutels Aestchen vom *Phrenicus* und *Recurrens vagi dextri* nachgewiesen *(Luschka)*. Zottenartige Fortsätze, wie an der *Pleura* (s. §. 177), sah *Luschka* auch an den Rändern der Herzohren.

Die Muskelfasern des Herzens sind roth und quergestreift, weichen jedoch in manchen Beziehungen von denen der willkürlichen Muskeln ab. Die einzelnen Fasern selbst sind durchschnittlich um ⅓ dünner (von 0,004—0,01‴), häufig deutlicher der Länge als der Quere nach gestreift und ziemlich leicht in Fibrillen und kleine Stückchen *(Sarcous elements Bowman)* zerfallend; ihr *Sarcolemma* ist sehr zart oder selbst, wenigstens ohne Reagentien, gar nicht nachzuweisen, und in den Fasern finden sich fast regelmässig kleine Fettkörnchen, die häufig mit den Kernen reihenweise in der Axe derselben angelagert sind, und bei entarteter Muskulatur meist ungemein vermehrt und auch gefärbt erscheinen. Mehr noch als hierdurch zeichnet sich aber die Herzmuskulatur aus durch die innige Vereinigung ihrer Elemente, welche nicht nur — abgesehen von der innern Herzoberfläche — nirgends deutlich unterschiedene Bündel bilden, vielmehr nur durch spärliches Bindegewebe geson-

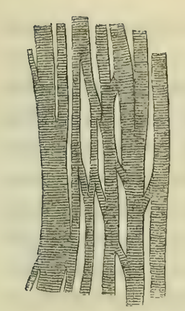


Fig. 292.

dert überall dicht aneinander sich lagern, sondern auch, wie schon *Leeuwenhoek* entdeckte und ich wieder fand (cf. p. 93), in ihren Elementen direct mit einander sich vereinen. Diese Anastomosen der Muskelfasern, die ein allgemeines Attribut der Herzmuskulatur sind, kommen beim Menschen- und Säugethierherzen vorzüglich durch kurze, schiefe oder quere, meist schmale Bündel zu Stande und sind ungemein zahlreich, so dass man an vielen Stellen der Kammern und Vorkammern (ob überall weiss ich nicht) dieselben in jedem kleinsten Stückchen in Menge trifft. Ausserdem finden sich auch noch wirkliche Theilungen der Fasern, durch welche die Stärke einzelner Muskelpartien bedeutender werden kann, als sie beim Ursprunge war.

Der Verlauf der Muskelfasern im Herzen ist ein äusserst complicirter und kann hier nur in allgemeinen Umrissen geschildert werden. Die Muskulaturen der Kammern und Vorkammern sind vollkommen getrennt, haben jedoch beide als vorzüglichste Ursprungsstellen die *Ostia venosa* und *arteriosa* der Kammern. Am ersten Orte sitzen derbe sehnige Streifen, die sogenannten *Annuli fibrocartilaginei,* ein schwächerer in der rechten, ein stärkerer in der linken Kammer, welche im Allgemeinen als am Ansatz der venösen Klappen befindliche Ringe beschrieben werden können, genauer bezeichnet jedoch sowohl vorn rechts und links, als auch hinten von der Aortamündung ausgehen und am vordern Umfange der *Ostia venosa*, so wie am Scheidewandtheile derselben derber sind, daher diese Faserringe auch häufig als zwei vordere bogenförmige und ein hinterer, im *Septum* gelegener und dann in zwei Schenkel sich spaltender Streifen beschrieben werden. Die Faserringe der *Ostia arteriosa* sind bedeutend schwächer als die der *Ostia venosa* und sitzen am Ursprunge der Semilunarklappen in Gestalt dreier bogenförmig gekrümmter Streifen. An den Vorhöfen finden sich 1) Fasern, die beiden gemeinschaftlich sind, in Form von queren platten Bündeln, die namentlich vorn, dann aber auch oben und hinten von einem Atrium auf das andere übergehen und an diesen als Querfasern sich fortsetzen, 2) besondere Fasern. Dieselben bilden einmal an den Mündungen der grossen Venen und an den Spitzen der Herzohren wirkliche Ringe, zweitens unter dem *Endocardium* eine ziemlich mächtige longitudinale Schicht, die von den *Ostia atrioventricularia* entspringt und im rechten Vorhof eigenthümlich ausgeprägt ist *(Musculi pectinati)*. Ausserdem finden sich zwischen den letzten Muskeln und auch in den *Auriculae* noch viele kleine, ihres unregelmässigen Verhaltens wegen nicht näher zu beschreibende Bündel. Die Scheidewand ist zum Theil beiden Vorhöfen gemeinschaftlich. Ihre Muskeln entspringen vom vordersten Theile des oberen Randes der Kammerscheidewand unmittelbar hinter der Aorta vom *Fibrocartilago posterior*, gehen rechts bogenförmig um die *Fossa ovalis*, in der nur dünne Fasern sich finden, nach oben und hinten herum, um theils an der *Cava inferior* zu enden, theils einen vollständigen

Fig. 292. Anastomosirende Primitivbündel aus dem Herzen des Menschen.

Ring zu bilden, während sie auf der linken Seite in der entgegengesetzten Richtung die eiförmige Grube umkreisen.

Die Muskulatur der Kammern ist so angeordnet, dass sie überall an der äussern und innern Fläche in sich kreuzender Richtung geht und dazwischen mehr oder weniger deutlich alle Uebergänge der einen in die andere Richtung zeigt. Die Muskelfasern entspringen an den *Ostia venosa,* und an der Aorten- und Pulmonalismündung theils direct, theils kurzsehnig, verlaufen mehr oder weniger schief, zum Theil longitudinal oder wirklich quer, biegen sich, nachdem sie in der Längs- oder Querrichtung einen Abschnitt der Kammern umkreist haben, wieder um und enden dann theils in den *Musculi papillares* und *Chordae tendineae*, theils setzen sie sich wieder an die erwähnten Ausgangspunkte an, so dass dieselben mithin, ohne von Sehnen unterbrochen zu sein, grosse, in sehr vielen verschiedenen Richtungen verlaufende, fast überall mehr oder weniger um sich gedrehte Schleifen oder Achtertouren beschreiben.

Das *Endocardium* ist eine weissliche Haut, die alle Unebenheiten und Vertiefungen der innern Herzoberfläche, auch die Papillarmuskeln und ihre Sehnen und die Klappen überzieht und im linken Vorhofe am entwickeltsten (bis $\frac{1}{4}'''$), am dünnsten in den Kammern ist, so dass hier das Muskelfleisch in seiner natürlichen Farbe erscheint. Bezüglich auf den Bau besteht dasselbe fast überall aus drei Lagen, einem Epithel, einer elastischen Lage, auf welcher die verschiedene Dicke des Endocards an verschiedenen Orten beruht, und einer dünnen Bindegewebsschicht. Das erste ist eine einfache, nach *Luschka* auch wohl doppelte Lage von polygonalen, meist etwas in die Länge gezogenen, hellen, platten, kernhaltigen Zellen von 0,007—0,012''' Länge, die unmittelbar auf der oberflächlichsten Schicht der elastischen Haut aufsitzt, welche so zu sagen aus nichts als sehr feinen, longitudinalen, Fasern besteht. Das übrige dieser mittleren Lage wird von einer gewöhnlichen bindegewebigen Grundlage mit eingestreuten Kernen gebildet, durch welche die reichlichsten feineren und gröberen elastischen Netze sich hindurchziehen und zwar in den Vorhöfen in solcher Menge und selbst mit wahren gefensterten Häuten (siehe §. 27) gemengt, dass ihr Endocard fast ganz zu einer elastischen gelben und mehrschichtigen Haut wird. Zu äusserst endlich folgt eine zwar dünne, aber doch in den Kammern, wie in den Vorhöfen leicht als Ganzes abzuziehende Bindegewebsschicht, die in den an die elastische Lage grenzenden Theilen noch feine elastische Elemente enthält, und als eine die Muskeln und das eigentliche Endocard vereinende mehr lockere Lage, ähnlich einem subserösen Bindegewebe z. B. sich darstellt. Auf den *Chordae tendineae* besteht das *Endocard* nur aus dem Epithel und der innersten elastischen Lage und fehlt die lockere Bindegewebsschicht ganz, die auch auf den *Trabeculae* der rechten Kammer und den *Musc. pectinati* sehr dünn ist.

Die Atrioventricular-Klappen sind von den Faserringen der *Ostia venosa* ausgehende Blätter, an denen man, wo sie dicker sind, eine mittlere links stärkere Lage von Bindegewebe mit vielen elastischen Netzen, an deren Bildung die Ausstrahlungen der *Chordae tendineae* sehr wesentlich sich betheiligen, und zwei mit derselben verbundene Lamellen des *Endocardium*

deutlich unterscheidet. Gegen den freien Rand verschmelzen diese drei Lagen nahezu in eine einzige aus Bindegewebe und elastischen feinen Netzen gebildete, über die dann noch das Epithel herübergeht. — Die Semilunarklappen verhalten sich wie die andern, nur dass sie dünner sind. An den beiderlei Klappen ist der Endocardbeleg der Seite, die im Leben am meisten gespannt wird, stärker. Vom äussersten Saume der mittleren Lage der Atrioventricularklappen entspringen hie und da einzelne Muskelfasern des Vorhofes, dagegen sind die Klappen sonst frei von Muskeln.

Die Blutgefässe des Herzfleisches sind sehr zahlreich, weichen jedoch in nichts von denen quergestreifter Muskeln ab (§. 86), ausser dass die Capillaren wegen der Dünne der Muskelfasern oft mehrere derselben zusammen umspinnen. Das *Endocardium* ist in seiner Bindegewebslage ziemlich reich an Gefässen, dagegen erstrecken sich dieselben nur spärlich in das eigentliche Endocard hinein. In den Atrioventricularklappen sieht man leicht bei Thieren, aber auch beim Menschen (cf. *Luschka* l. c. p. 182 und Fig. 5) einige Gefässchen, die zum Theil von den Papillarmuskeln, vorzüglich aber von der Basis her an sie gelangen und zum Theil selbst in dem eigentlichen Endocardiumüberzug derselben, jedoch spärlich sich verbreiten. Auch die Seminularklappen sollen nach *Luschka* beständig Gefässe enthalten. — Lymphgefässe finden sich an der äussern Platte des Herzbeutels nur wenige, dagegen sind dieselben unter der innern Lamelle des Pericards auf dem Muskelfleisch in reichlicher Menge vorhanden und lassen sich schon dadurch leicht nachweisen, dass man das Herz einige Tage in Wasser liegen lässt, wie *Cruikshank* richtig angibt. Ihre Stämme sammeln sich in den Furchen, verlaufen mit den Blutgefässen und enden in den Drüsen hinter und unter dem *Arcus aortae* an der Theilung der *Trachea*, wohin auch die der Lunge sich begeben. Ob die Herzsubstanz und auch das Endocard Lymphgefässe besitzen, wie einige annehmen, ist noch nicht entschieden. Die Nerven des Herzens sind zahlreich und stammen aus dem namentlich vom *Vagus* und *Sympathicus* gebildeten Herzgeflecht, *Plexus cardiacus*, unter und hinter dem Aortenbogen. Dieselben treten als schwächerer *Plexus coronarius dexter* und stärkerer *Pl. sinister* mit den Gefässen an die rechte und linke Kammer und Vorkammer, verlaufen theils mit den Gefässen, theils verschiedentlich dieselben kreuzend nach der Herzspitze und senken sich, nachdem sie viele, meist spitzwinklige Anastomosen unter einander eingegangen sind, an verschiedenen Orten, zum Theil schon in der Kranzfurche in das Muskelfleisch ein, um theils in demselben zu enden, theils bis in die Bindegewebsschicht des *Endocardium* zu gelangen. Die Herznerven des Menschen sind mehr grau und enthalten, die allerstärksten ausgenommen, nur feine und sehr blasse Nervenröhren, diese jedoch in grosser Zahl und mit nicht gerade sehr vielen kernhaltigen Fasern gemengt. Obschon die Nerven selbst im *Endocardium* noch dunkelrandig und ziemlich häufig sind, so ist es doch auch hier, ebensowenig als in dem Muskelfleisch, bisher möglich gewesen, ihre Endigungen zu entdecken, nur *Martin* sah im Herzfleisch des Hechtes dichotomisch getheilte Enden mit frei auslaufenden Spitzen (Gött. Nachr. 1853, Nr. 6). — Ganglien finden sich nicht bloss im Herzgeflecht an verschiedenen Orten, sondern, wie *Remak* beim

Kalbe entdeckte, auch in der Muskelsubstanz der Kammer und Vorkammer, was auch für den Menschen und andere Thiere gilt. Am genauesten kennt man diese Ganglien beim Frosch, wo sie besonders in der Scheidewand und an der Grenze der Kammern und Vorkammern sitzen und apolare und unipolare Zellen enthalten (*Ludwig*, *Bidder*, *R. Wagner*, ich). Die von *Lee* besonders hervorgehobenen kleinen spindelförmigen Anschwellungen an den äussern Nervenästen sind keine Ganglien, sondern Verdickungen des Neurilems.

Bezüglich auf den Verlauf der Muskelfasern der Kammern im Einzelnen ist folgendes hervorzuheben. An der äussern Oberfläche der Kammern findet sich eine $\frac{1}{2}$—1‴ mächtige Schicht, die an der linken Kammer von der *Arteria pulmonalis*, der vordern Längsfurche und der linken Querfurche schief nach unten und hinten gegen die Herzspitze und die hintere Längsfurche verläuft und in der Mitte der Ventrikelwand sehr steil, fast senkrecht herabzieht. Am rechten Ventrikel verlaufen diese Fasern nur am *Conus arteriosus* schief, seitlich und hinten dagegen fast oder ganz quer. An den Längsfurchen gehen diese oberflächlichen Fasern von einem Ventrikel auf den andern über, so dass diejenigen des linken Ventrikels einem kleinen Theile nach von der vordern Seite des *Ostium venosum dextrum* abstammen, die des rechten grössten Theils vom hintern Theile des linken *Ostium*. Verfolgt man die Fasern der linken Kammer, so ergibt sich, dass dieselben (Fig. 293, *a*, *a′*, *a″*) abgesehen von denen, welche am *Sulcus longit. posterior* auf den rechten Ventrikel übergehen, bis zur Herzspitze verlaufen, hier den bekannten Wirbel bilden und dann schleifenförmig nach innen sich umbiegen, um als innerste, meist longitudinale Fasern der Ventrikelhöhle entweder bis zu den venösen Mündungen heraufzugehen, oder in dem hinteren Papillarmuskel zu enden. Entfernt man diese Faserzüge, so trifft man eingeschoben in ihre innern und äussern Theile eine mächtige Schicht, deren Bündel beim ersten Ansehen die Ventrikelhöhle schief und quer umziehen, jedoch ohne Ausnahme von den *Ostia venosa* herzukommen und an denselben auch wieder zu enden scheinen, und noch deutlicher als die äussere Muskellage eine Achtertour beschreiben, wie dies von *Ludwig* bestimmt nachgewiesen wurde. Ich finde, dass die Bündel dieser Lage (Fig. 293, *c*, *c′*, *c″*, *c‴*) nach ihrem Ursprunge von dem linken Rande der *Aorta* und der vorderen Hälfte des *Ostium venosum sinistrum* schief nach unten und links ziehen (*c*), dann bevor sie die Herzspitze erreicht haben, sich nach der hintern Ventrikelwand umbiegen (*c″*) an der vorderen Wand (*c‴*) wieder aufwärts verlaufen und endlich in der ganzen Ausdehnung der venösen Mündung, auch am obern Rande des *Septum*, sich inseriren. (*c⁗*). Diese Fasern sind es, welche an der freien Wand dieses Ventrikels in der Tiefe, die mit den oberflächlichen sich kreuzenden Lagen bewirken und an der Scheidewand, die auf der linken Seite schief von unten und hinten nach oben und vorn verlaufenden Fasern erzeugen.

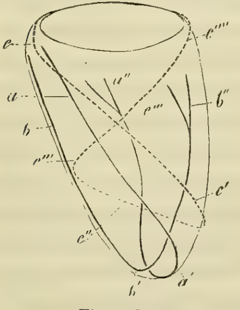


Fig. 293.

Fig. 293. Schematische Darstellung der linken Kammer mit dem *Septum*, um den Verlauf der Muskelfasern anzudeuten. *a a a″* Oberflächliche Fasern, *a* an der vordern Wand, *a′* Umbiegungen derselben nach innen am Herzwirbel, *a″* Uebergang derselben in den hinteren Papillarmuskel, *b b′ b″* Scheidewandfasern der rechten Seite, *b* Verlauf derselben nach unten und vorn, *b′* ihr Uebergang in den Herzwirbel und die innere Muskellage der linken Kammer, so wie Endigung im vordern Papillarmuskel *b″*. *c*—*c⁗* Mittlere Muskellage, *c* Anfang von der rechten Seite des *Ostium venosum* und Verlauf an der vordern Wand schief nach unten links und hinten, *c′* Umbeugung an die Scheidewand und Verlauf an derselben *c″*, *c‴* Umbeugung an die vordere Wand und Verlauf in der Tiefe derselben bis zum Ende am *Ostium venosum c⁗*.

Am rechten Ventrikel finden sich viel weniger selbständige Fasern als am linken. Von den oberflächlichen Bündeln gehen die meisten auf den linken Ventrikel über, und zwar sowohl die vorderen, welche über die vordere Längsfurche herübersetzend in dem Herzwirbel sich verlieren, als auch manche von denen, welche an der hintern Längsfurche von der linken Kammer auf die rechte sich fortsetzen. Diese letzten Fasern umkreisen mithin die rechte Kammer vollkommen und gehen theils ebenfalls in den Wirbel ein, theils vereinen sie sich in der vorderen Longitudinalfurche mit den mittleren Muskellagen der linken Kammer. Selbständige oberflächliche Fasern finden sich nur 1) am *Conus arteriosus*, die vom *Ostium venosum dextrum* zwischen der *Auricula dextra* und der *Aorta* entspringen, um den *Conus* herumgehen und von links her wieder an ihre Ausgangsstellen zurückkehren, 2) an der Spitze der rechten Kammer, an der nicht selten ein besonderer zweiter Herzwirbel sich findet, in welchem Falle dann ein Theil der oberflächlichen, vom linken *Ostium venosum* abstammenden Fasern hier ebenso nach innen sich biegt, wie am Wirbel der linken Kammer, und in die oberflächlichen Fasern der rechten Ventrikelhöhle sich fortsetzt, wegen der bedeutenden Verflechtung dieser jedoch nicht weiter sich verfolgen lässt. — Abgesehen von diesen Fasern kommen am rechten Ventrikel noch tiefere Fasern vor, die folgendermaassen sich verhalten: 1) Vom obern Rande des *Septum* und der linken hinteren Seite der Pulmonalisöffnung beginnen platte Bündel, welche an der Scheidewand nach unten und vorn gegen die Herzspitze und vordere Längsfurche verlaufen, in dieser an die oberflächlichen Fasern sich anschliessen und mit ihnen in den Herzwirbel übergehen, von wo aus sie bis in den vordern Papillarmuskel der linken Kammer sich verfolgen lassen (Fig. 293 *b*, *b'*, *b''*). 2) an diese Fasern schliessen sich andere an, welche von der rechten Seite der Pulmonalisöffnung und dem rechten Theile des *Ostium venosum dextrum* her unter der oberflächlichen Faserlage an der freien Ventrikelwand schief nach unten und hinten verlaufen, bis zum *Sulcus longitudinalis posterior*, wo sie unter einem starken Bogen nach der Scheidewand umbiegen, an dieser mit den sub 1) bezeichneten Fasern, jedoch mehr an der untern Hälfte des *Septum* zur Herzspitze verlaufen und wie diese enden. 3) Mit diesen Fasern vereinen sich auch die Elemente des grossen Papillarmuskels der rechten Kammer zum Theil, während die der beiden kleineren in die sub 1) bezeichneten Scheidewandfasern sich fortsetzen. Uebrigens beziehen alle diese Muskeln auch direct Fasern, welche zum Theil vom *Ostium venosum* herabsteigen und in ihnen sich umbiegen, zum Theil aus dem Netz der *Trabeculae carneae* hervorgehen und nicht weiter herzuleiten sind.

Alles zusammengenommen ergibt sich, dass die Vorkammern in ihrer Muskulatur fast ganz getrennt sind, während bei den Kammern die gesammte oberflächliche, ziemlich mächtige Muskellage ringsherum geht und so sich verhält, wie wenn das Herz nur eine Höhle hätte. Selbständigkeit hat hier eigentlich nur der linke Ventrikel, der nicht nur unter der oberflächlichen Lage eine sehr mächtige in ihm entspringende und endende Muskelmasse besitzt, zu der auch das meiste vom *Septum* gehört, sondern auch noch fast alle tiefern rechts entspringenden, an der freien Kammerwand und im rechten Theile des *Septum* gelegenen Muskelschichten aufnimmt. Man könnte mithin das Herz auch beschreiben als einen doppelten Muskelschlauch, von dem der eine dünnere dem Ganzen gemeinschaftlich ist, der andere dickere nur dem linken Abschnitte angehört und zum Theil zwischen die Lagen der erstern eingeschoben ist. Zum letzteren würde gehören die ganze Scheidewand und die mittlere zum Theil innerste Muskelmasse der linken Kammer, zum ersteren die oberflächlichen Lagen mit ihren Fortsetzungen in die innersten Muskelschichten und der ganze freie Theil der rechten Kammer überhaupt.

Die beiden grossen Arterien des Herzens verhalten sich mit Bezug auf den Ursprung der Muskelfasern etwas verschieden, wie *Donders* richtig bemerkt. Während nämlich die *Art. pulmonalis* im ganzen Umfange als Ursprungsstelle solcher dient, bleibt bei der *Aorta* die Seite, die sich in den einen Zipfel der *Mitralis* fortsetzt, frei. Hier grenzt dann natürlich auch der arterielle an den venösen Faserring. Dieser Stelle gegenüber befindet sich dicht unter dem Faserring der *Aorta*, der hier mit der Scheidewand der Kammern sich verbindet, eine kleine durchsichtige Stelle des *Septum*, die wie

Reinhard nachgewiesen hat, zuerst *Th. B. Peacock* als etwas normales bekannt war. An dieser Stelle, die etwas später auch von *Hauska* beschrieben wurde, wird das *Septum* nur von einer Fortsetzung des *Annul. fibrosus* der *Aorta* und beiden Endocardschichten der Kammern gebildet (*Donders*, *Luschka*). — Die fibrösen Ringe enthalten, wie *Donders* zuerst gezeigt hat, neben Bindegewebe und elastischen Fasern auch viele sternförmige Saftzellen. — An den Semilunarklappen des Herzens, besonders der *Aorta*, finden sich hie und da auf der Kammerfläche kleine zottenartige Excrescenzen (*Luschka*, *Lambl*). In solchen Bildungen hat *Luschka* einen Zusammenhang von oberflächlichen Zellen, die er als Epithelzellen deutet, durch fadenförmige Ausläufer mit tiefer gelegenen Saftzellen wahrgenommen.

2. Von den Blutgefässen.

§. 217.

Die Blutgefässe zerfallen mit Bezug auf ihren Bau in Pulsadern oder Arterien, Haargefässe oder Capillaren und Blutadern oder Venen, doch sind diese drei Abtheilungen keineswegs durch scharfe Grenzen von einander getrennt, insofern als die Capillaren auf der einen Seite ebenso unmerklich in die Venen sich fortsetzen, als sie auf der andern aus den Arterien hervorgehen, wogegen allerdings die beiderlei grösseren Gefässe, wenn auch in der Anlage im Allgemeinen übereinstimmend gebaut, doch in manchen Punkten scharf und bestimmt sich unterscheiden.

Ueber die Gewebe, welche in die Zusammensetzung der Gefässe eingehen, und ihre Gruppirung ist im Allgemeinen folgendes zu bemerken. Während die ächten Haargefässe nur eine einzige vollkommen structurlose Haut besitzen, ist in den grösseren Gefässen mit wenigen Ausnahmen die Zahl der Hauptlagen auf drei vermehrt, welche am passendsten als Innenhaut, *Tunica intima*, mittlere oder Ringfaserhaut, *T. media*, und als äussere Haut, *T. externa s. adventitia*, bezeichnet werden. In diesen Häuten finden sich von den Fasergeweben des Körpers vor allem das elastische und glatte Muskelgewebe, dann aber auch das Bindegewebe und selbst die quergestreiften Muskeln repräsentirt, ausserdem treten aber auch noch Epithelien, eigenthümliche homogene Membranen, Gefässe und selbst Nerven auf, so dass, um so mehr, da auch die verbreiteteren Gewebe in sehr verschiedenen Formen erscheinen, eine Verwickelung des Baues entsteht, welche eine allgemeine Schilderung fast unmöglich macht und nur durch genaues Verfolgen der einzelnen Abschnitte aufzuhellen ist. — Die Anordnung und Vertheilung dieser Gewebe anlangend, so haben dieselben ein sehr ausgesprochenes Bestreben zur Schichtenbildung und zur Annahme einer in den verschiedenen Lagen constanten Richtung des Verlaufes, doch geht die erstere selten bis zur wirklichen Isolirung der einzelnen Lagen und erleidet auch die letztere, obschon seltener, ihre Ausnahmen. Die *Membrana intima* ist die schwächste Gefässlage und besteht ohne Ausnahme aus einer Zellenlage, dem Gefässepithel, meist auch aus einer elastischen Haut, mit vorwiegend longitudinaler Faserrichtung, zu der dann noch andere Lagen dieser oder jener Art sich gesellen können, welche ebenfalls fast ohne Ausnahme die lon-

gitudinale Richtung inne halten. Die *Media* ist meist eine starke Lage und vorzüglich der Sitz der transversalen Elemente und der Muskeln, enthält jedoch bei den Venen auch viele longitudinale Fasern und führt bei allen grösseren Gefässen auch mehr oder weniger elastische Elemente und Bindegewebe. Die *Adventitia* endlich hat wieder vorwiegend longitudinale Faserung, ist eben so stark oder stärker als die *Media* und besteht meist nur aus Bindegewebe und elastischen Netzen.

Verfolgt man die einzelnen Gewebe der Gefässhäute etwas genauer, so zeigt sich, dass das Bindegewebe fast überall als vollkommen entwickeltes mit feinen und stärkeren Bündeln und deutlichen Fibrillen auftritt. Nur in den kleinsten Arterien und Venen wird dasselbe durch ein kernhaltiges, undeutlich faseriges Gewebe ersetzt und geht schliesslich in ganz homogene, hie und da noch kernhaltige zarte Häute über. Das elastische Gewebe erscheint nirgends im Körper in so mannigfacher Gestalt, wie gerade in den Gefässen. Von weitmaschigen lockeren Netzen der feinsten, mitteldicken und stärksten Fasern (Fig. 25. p. 68), bis zu den engsten, dichtesten, hautartig ausgebreiteten Geflechten von solchen finden sich hier alle Uebergänge und ausserdem zeigen sich auch noch alle Umwandlungsgrade der letztern oder der elastischen Netzhäute in wirkliche elastische Membranen, die entweder noch in einem sie durchziehenden elastischen, mehr oder weniger verschwindenden Fasernetz und spärlichen Lücken ihre Abstammung zur Schau tragen oder stellenweise oder ganz zu vollkommen homogenen, mit mehr oder weniger Lücken versehenen Platten umgewandelt sind (Fig. 28. p. 69). — In den kleinsten Gefässen finden sich statt der elastischen Elemente in der *Adventitia* namentlich hie und da spindelförmige Zellen, welche als nicht zur Entwickelung gelangte Bildungszellen derselben anzusehen sind. — Quergestreifte Muskeln kommen nur an den Einmündungen der grössten Venen ins Herz vor, dagegen sind glatte Muskeln namentlich in mittleren, zum Theil in stärkeren Gefässen sehr verbreitet. Ihre Elemente oder die contractilen Faserzellen zeigen in der Mehrzahl der Gefässe keine Besonderheiten, ausser dass sie die Länge von 0,04'''



Fig. 294.

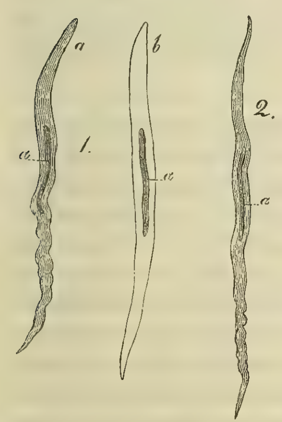


Fig. 295.

Fig. 294. Elastische Membran aus der *Tunica media* der *Art. poplitaea* des Menschen, mit Andeutung von Fasernetzen. 350mal vergr.

Fig. 295. Muskulöse Faserzellen aus Arterien des Menschen, 350mal vergr. 1. Aus der *Art. poplitaea*, *a.* ohne, *b.* mit Essigsäure, 2. aus einem Aestchen von ½''' der *Tib. antica*, *a.* Kern der Zellen.

—0,06‴ kaum überschreiten, und vereinen sich entweder direct oder mit Bindegewebe und elastischen Fäserchen zusammen zu platten Bündeln und Muskelhäuten, seltener zu Muskelnetzen. Statt ihrer finden sich in den stärksten Arterien kürzere, Epitheliumzellen gleichende Plättchen, immer mit länglichen Kernen und in den kleinsten Arterien und Venen kurze längliche, selbst dem Rundlichen sich annähernde Zellen, welche beide Formen als minder entwickelte zu deuten sind.

Ein eigenthümliches Fasergewebe enthält die *Intima* der stärkeren Gefässe, welches seit *Henle* allgemein als umgewandeltes Epithel angesehen wird. Es sind blasse, meist streifige, auch wohl homogene Lamellen mit länglichen, der Längenaxe der Gefässe parallel verlaufenden (längsovalen) Kernen, welche nicht selten in schmale spindelförmige Fasern jede mit einem Kern, ähnlich gewissen Epitheliumzellen, oder wenigstens in Fasern sich zerlegen lassen, andere Male aber auch mehr homogen und kernlos vorkommen oder selbst in ganz feine Faserhäute, wie die dichtesten, feinsten elastischen Netze sich umzuwandeln scheinen. Die Aehnlichkeit dieser Lagen, die ich die streifigen Lamellen der *Intima* nennen will, oder vielmehr der ihnen zu Grunde liegenden Faserzellen mit den Gefässepithelien, berechtigt noch nicht, sie aus den letztern abzuleiten, indem keine Thatsache beweist, dass die wirklichen Epitheliumzellen und die streifigen Lamellen in einem genetischen Zusammenhange stehen, in der Art, dass die letztern einmal wahres Epithel und innerste Gefässlage waren, dann successive nach aussen rückten und in ihren Elementen verschmolzen, dagegen scheint es auch mir erlaubt, die Epitheliumzellen und die Bildungszellen dieser Lagen als ursprünglich gleichwerthige Zellen anzusehen, die jedoch im Laufe der Entwickelung die einen in dieser, die andern in jener Richtung sich umwandeln und so schliesslich zu mehr oder weniger differenten Geweben werden.

Das Gefässepithelium (Fig. 247. p. 465) erscheint in zwei Formen, nämlich einmal, besonders in den grossen Venen, als Pflasterepithelium mit polygonalen, meist etwas verlängerten Zellen und zweitens, wie in den meisten Arterien, als Spindelepithel mit 0,01—0,02‴ langen zugespitzten schmalen Zellen. Dasselbe fehlt normal in keinem Gefäss, lässt sich fast ohne Ausnahme ziemlich leicht in seine Elemente zerlegen und ist, wie andere einfache Epithelien, keiner constanten Ablösung und Wiederbildung unterworfen. Mit *Remak* könnte man das Epithelium auch als Zellenhaut der Gefässe bezeichnen, weil dasselbe, verschieden von andern Epithelien, in grossen Gefässen oft ohne Grenze in die streifigen Lamellen sich fortsetzt, so dass man häufig nicht weiss, wo das eine aufhört und die andern beginnen, doch möchte ich für mich lieber den alten Namen beibehalten, weil denn doch die innerste Zellenlage der Gefässe in ihrem Verhalten ganz einem einfachen Epithel folgt, und auch an vielen Orten (Herz, kleinere Gefässe) von den tiefern Geweben scharf abgegrenzt ist. Selbst der von *Remak* hervorgehobene Umstand, dass das Gefässepithel nicht aus der embryonalen Epithelialhaut hervorgeht, kann mich nicht bestimmen, dasselbe von den andern Epithelien zu sondern, da ja auch die Ueberzüge der serösen Säcke und Synovialkapseln,

die Niemand von den Epithelien wird sondern wollen, ganz selbständig sich entwickeln.

Alle grössern Gefässe bis zu solchen von $\frac{1}{2}'''$ und darunter besitzen sogenannte Ernährungsgefässe, *Vasa vasorum s. nutritia*, welche von kleinen benachbarten Arterien abstammen und vorzüglich in der *Adventitia* sich ausbreiten, in der sie ein reichliches Capillarnetz mit mehr rundlichen Maschen erzeugen, aus dem dann die neben den Arterien verlaufenden Venen entstehen, die bei den *Vasa vasorum* der Venen ihr Blut direct in die versorgte Vene ergiessen. Auch die *Media* der grösseren Arterien und Venen enthält nach dem übereinstimmenden Zeugniss vieler Autoren Gefässe, jedoch in sehr geringer Zahl und nur in den äussern Schichten, wogegen die innern Lagen derselben und die *Intima* mir immer gefässlos erschienen, obgleich auch hier einige Beobachter Gefässe gesehen haben wollen (beim Ochsen ist die *Vena cava inferior* bis an die *Intima* mit reichlichen Gefässen versehen). Nerven lassen sich, vom *Sympathicus* und den Rückenmarksnerven abtretend, an vielen Arterien mit Leichtigkeit nachweisen, erscheinen jedoch häufig nur als Begleiter derselben. Wo sie in dieselben eindringen, verlaufen sie nur innerhalb der *Adventitia* und lassen in günstigen Fällen bei Thieren Theilungen und freie Endigungen ihrer feinen Röhren wahrnehmen (s. meine Mikr. Anat. II. 1. p. 532 und 533). Manche Arterien entbehren der Nerven ganz, wie die meisten der Gehirn- und Rückenmarksubstanz, der *Chorioidea*, der *Placenta* und auch viele Arterien von Muskeln, Drüsen und Häuten, woraus ersichtlich ist, dass dieselben nicht so nothwendig der Nerven bedürfen, als man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist. — In noch viel höherem Grade gilt dies von den Venen, bei denen nur an den grössern spärliche feine Nerven nachzuweisen sind. Beobachtet wurden dieselben an den *Sinus* der *Dura mater*, den Venen des Wirbelcanals, *VV. cavae*, *jugularis comm.*, *iliacae*, *crurales*, an den Lebervenen. Dieselben stammen ebenfalls vom *Sympathicus* und den Rückenmarksnerven und sind mit Bezug auf ihre Endigungen noch nicht erforscht. Nach *Luschka* sollen dieselben bis in die innerste Gefässhaut sich erstrecken, was mir noch nicht zu beobachten gelang.

§. 218.

Die Arterien können, behufs der leichtern Beschreibung, je nach dem die mittlere Haut rein muskulös oder aus Muskelfasern und elastischen Fasern gemengt oder vorwiegend elastisch ist, in kleine, mitteldicke und grosse Arterien eingetheilt werden, um so mehr da Hand in Hand mit den Aenderungen der mittlern Haut in ihrem Bau auch die äussere und innere Haut in manchen Beziehungen wenigstens anders sich gestalten. Allgemeiner Character der Arterien ist, dass ihre mittlere Haut eine ungemeine Stärke hat, aus vielen regelmässig angeordneten Schichten besteht und mit ihren Elementen der Quere nach verläuft. In den stärksten Arterien ist die *Media* gelb, sehr elastisch und von grosser Mächtigkeit; nach der Peripherie zu nimmt dieselbe successiv an Dicke ab und wird röthlicher und contractiler, bis sie endlich unmittelbar vor den Capillaren ganz dünn erscheint

und dann verschwindet. Die weissliche *Intima* ist immer viel dünner und schwankt innerhalb geringerer Grenzen, richtet sich jedoch ebenfalls nach der Stärke der Gefässe, wogegen die *Adventitia* in den stärksten Arterien absolut bedeutend dünner ist, als in denen von mittlerem Kaliber, wo sie der *Media* an Dicke oft gleichkommt oder sie noch übertrifft. — Bei der speciellen Darstellung beginnt man am besten mit den kleinsten Arterien als den im Bau einfachsten, an welche dann leicht die andern sich anschliessen.

Arterien unter $^4/_5$ oder 1‴ zeigen mit wenigen Ausnahmen bis nahe an die Capillaren folgenden Bau (Fig. 296). Die *Intima* besteht nur aus zwei

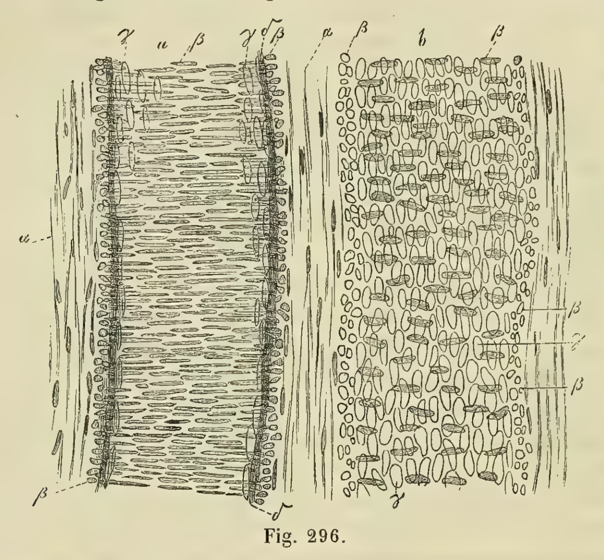


Fig. 296.

Lagen, einem Epithel und einer eigenthümlichen, glänzenden, minder durchscheinenden Membran, die ich die elastische Innenhaut nennen will. Das erste hat exquisit spindelförmige blasse Zellen mit längsovalen Kernen, welche äusserst leicht im Zusammenhang in ganzen Fetzen, ja selbst als vollkommene Röhre sich isoliren, aber auch für sich darzustellen sind und einerseits mit den Spindelzellen der pathologischen Anotomen (auch mit den Bildungszellen der elastischen Fasern und des Bindegewebes), andrerseits mit contractilen Faserzellen eine nicht geringe Aehnlichkeit besitzen, jedoch von den ersteren durch die geringere Zuspitzung ihrer Enden und ihre Blässe, von den letztern durch ihre Steifheit, die nie stabförmigen Kerne und die chemischen Reactionen sich unterscheiden. Die elastische Haut ist im Mittel 0,001‴ dick und im Leben unter dem Epithel glatt ausgespannt, wogegen sie in leeren Arterien fast immer eine grössere oder geringere Zahl von meist starken Längsfalten, häufig auch feine zahlreiche Querfältchen besitzt, die ihr,

Fig. 296. Eine Arterie *a.* von 0,062‴ und Vene *b.* von 0,067‴ aus dem Mesenterium eines Kindes, mit Essigsäure, 350mal vergr. *α Tunica adventitia* mit länglichen Kernen, *β* Kerne der contractilen Faserzellen der *Media*, zum Theil von der Fläche, zum Theil im scheinbaren Querschnitt, *γ* Kerne der Epithelzellen, *δ* elastische Längsfaserhaut.

auch wenn sie vollkommen homogen ist, doch ein besonderes längsstreifiges Ansehen geben. Uebrigens erscheint dieselbe fast immer als eine sogenannte gefensterte Membran mit verschieden deutlich ausgeprägten netzförmigen Fasern und meist kleinen länglichen Oeffnungen, seltener als ein wirkliches aber sehr dichtes Netz vorzüglich longitudinaler elastischer Fasern mit engen länglichen Spalten und stimmt in ihrem Ansehen, durch ihre grosse Elasticität und ihre chemischen Reactionen vollkommen mit den elastischen Lamellen der *Media* grosser Arterien überein. — Die mittlere Haut der kleinen Arterien ist rein muskulös, ohne die geringste Beimengung von Bindegewebe und elastischen Elementen und je nach der Grösse der Arterien stärker oder schwächer (bis 0,03'''). Ihre zu Lamellen vereinten Faserzellen lassen sich bis zu Gefässen von $^1/_{10}$''' noch ziemlich leicht durch Präparation, an noch kleinern durch Kochen und Maceration in Salpetersäure von 20% isoliren und ergeben sich als 0,02—0,03''' lange, 0,002—0,0025''' breite zierliche Faserzellen. — Die *Adventitia* besteht aus Bindegewebe und feinen elastischen Fasern und ist meist so stark wie die *Media* oder selbst etwas stärker.

Der geschilderte Bau gilt bis zu Arterien von $^1/_8$''', weiter gegen die Capillaren zu ändert sich derselbe jedoch immer mehr (Fig. 297). Schon an Arterien von $^1/_{10}$''' enthält die *Adventitia* kein elastisches Gewebe mehr, nur noch Bindegewebe mit länglichen Kernen, das anfänglich noch faserig ist, später jedoch, obschon immer noch Kerne führend, mehr homogen erscheint und schliesslich eine dünne, wirklich vollkommen structurlose Hülle darstellt, die an Gefässen unter 0,007''' ganz verschwindet. Die Ringfaserhaut hat an Arterien unter $^1/_{10}$''', bis zu solchen von $^1/_{25}$''' noch 3 und 2 Lagen von Muskeln und 0,005—0,008''' Mächtigkeit, an kleinern nur noch 1 Lage, deren Elemente zugleich immer kürzer werden und zuletzt an Gefässen zwischen 0,03—0,007''' nur noch kurze, längliche oder länglichrunde Zellen von 0,015—0,006''' mit kürzeren Kernen darstellen. Bis zu Gefässchen von 0,012''' bilden diese mehr embryonalen Formen von contractilen Faserzellen noch eine zusammenhängende Schicht, dann aber treten sie allmählich auseinander (Fig. 297) und verlieren sich ganz. Die *Intima* hat bis zu Gefässen von 0,028—0,03''' eine elastische Innenhaut, die freilich bei ihrem ersten Auftreten sehr zart ist und erst bei Arterien von 0,06—0,08''' ganz entwickelt erscheint. Dagegen lässt sich das Epithel bis zu Arterien von 0,07''', selbst von 0,01''' verfolgen, wobei freilich zu bemerken ist, dass seine Zellen zuletzt nicht mehr zu isoliren, vielmehr einzig aus den dichtstehenden Kernen von längsovaler Form zu erschliessen sind.

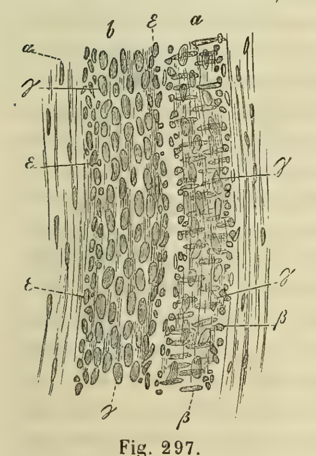


Fig. 297.

Fig. 297. Eine Arterie *a*. von 0,01''' und eine Vene *b*. von 0,015''' aus dem Mesenterium eines Kindes, 350mal vergr. mit Essigs. Die Buchstaben wie Fig. 296, ε *Media* der Vene aus kernführendem Bindegewebe.

Mitteldicke Arterien über $^4/_5$ oder 1''' bis zu solchen von 2 und 3''' zeigen anfänglich in der äussern und innern Lage keine grossen Veränderungen, dagegen wird die *Media* nicht nur mit der Zunahme der Gefässe immer dicker (von 0,05—0,12'''), sondern auch im Bau verändert. Es treten nämlich neben den immer zahlreicheren Muskellagen, deren Elemente noch durchaus dieselben sind wie früher, auch feine elastische Fasern in derselben auf, welche, zu weitmaschigen Netzen geeint, anfangs für sich allein mehr regellos durch die Muskelelemente verlaufen, in grösseren Gefässen dieser Kategorie dagegen von etwas Bindegewebe begleitet sind und hie und da die Neigung zeigen, in besonderen Schichten mit den Muskellagen zu alterniren, ohne jedoch den Character eines durch die ganze *Media* zusammenhängenden Netzes aufzugeben. So verliert nun die *Media* ihren eminent contractilen Bau, doch ist zuzugeben, dass die Muskelfasern auch hier immer noch bedeutend das Uebergewicht behalten. — Die *Intima* der mittelstarken Arterien hat zwischen der elastischen Innenhaut und dem Epithel nicht selten noch mehrere Lagen, unter denen die oben geschilderten streifigen Lamellen die auffallendsten sind. Dieselben bilden mit weiter nach aussen gelegenen feinen elastischen Netzen, die in einer homogenen, granulirten oder fibrillären Bindesubstanz ihre Lage haben, eine von 0,006—0,05''' starke mittlere Schicht in der *Intima*, deren Elemente ebenfalls alle der Länge nach verlaufen und sich hierdurch leicht von dem zum Theil ähnlich aussehenden Muskelschichten der *Media* unterscheiden. Die *Adventitia* endlich beträgt fast in allen diesen Arterien mehr als die *Media* und steigt von 0,05—0,16''' an. Ihre elastischen Fasern werden zugleich immer stärker und lassen schon bei Gefässen von 1''' eine stärkere Anhäufung an der Grenze gegen die *Media* erkennen, welche in allen diesen Arterien äusserst scharf ist. Ausnehmend schön wird diese elastische Haut der *Adventitia*, in den stärksten hierher gehörenden Gefässen, wie in der *Carotis externa* und *interna*, der *Cruralis*, *Brachialis*, *Profunda femoris*, *Mesenterica*, *Coeliaca*, wo dieselbe 0,013—0,04''' und mehr misst und zum Theil sehr schön geschichtet ist mit Lamellen, deren Bau dem der wirklichen elastischen Membranen oft sehr stark verwandt ist. Uebrigens enthalten auch die äussern Lagen der *Adventitia* elastische Netze, nur sind deren Elemente etwas feiner und bilden keine Lamellen, sondern hängen mehr regellos miteinander zusammen. — Die stärksten mitteldicken Arterien zeigen schon eine Annäherung an die grössten Arterien, insofern als in ihrer *Media* gewisse Theile der elastischen Netze zu etwas stärkeren elastischen Lamellen ausgeprägt sind, welche jedoch durch die ganze Dicke der *Media* miteinander zusammenhängen und auch seltener wirkliche elastische Membranen sind, wodurch sie am besten von den noch zu beschreibenden

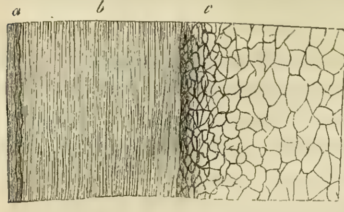


Fig. 298.

Fig. 298. Querschnitt der *Art. profunda femoris* des Menschen, 30mal vergr. *a. Intima* mit der elastischen Lage (das Epithel ist nicht sichtbar), *b. Media* ohne elastische Lamellen aber mit feinen elastischen Fasern, *c. Adventitia* mit elast. Netzen und Bindegewebe.

elastischen Platten der Ringfaserhaut grosser Arterien sich unterscheiden. In erster Andeutung erscheinen diese Lamellen in den innern Lagen der *Media* der *Cruralis*, *Mesenterica superior*, *Coeliaca*, *Iliaca externa*, *Brachialis* und der äussern und innern Carotiden, wogegen sie auffallender Weise in dem Anfang der *Tibialis antica* und *postica* und in der *Poplitaea* durch die ganze mittlere Haut sich finden und namentlich in der letzten Arterie, die auch meist etwas dickere Wände hat als die *Cruralis*, recht hübsch entwickelt sind.

Durch das eben angegebene Verhalten der *Media* und sonst wird der Uebergang der mitteldicken zu den grössten Arterien ebenfalls ein ganz allmählicher. Was die *Intima* anlangt, so sind die Epithelzellen in diesen in

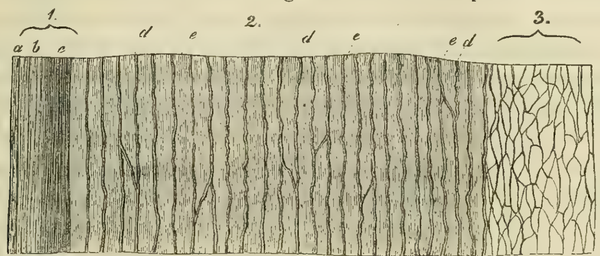


Fig. 299.

der Regel nicht mehr so exquisit verlängert, wie in den kleinern Arterien, jedoch immer noch spindelförmig von 0,006—0,01‴. Der übrige Theil dieser Haut wird mit der Stärke der Gefässe nicht gerade nothwendig dicker, zeigt jedoch namentlich in der Aorta eine grosse Geneigtheit zu Verdickungen, so dass es oft schwer wird, die normale Dicke desselben zu bestimmen. Bezüglich auf den Bau besteht derselbe vorzüglich aus Lamellen einer hellen, bald homogenen, bald streifigen, selbst deutlich fibrillären Substanz, welche meist wie Bindegewebe sich ausnimmt (*Eulenburg* erhielt etwas Leim aus der *Intima*), und von feinern und gröbern longitudinalen elastischen Netzen durchzogen wird. In der Regel werden diese von innen nach aussen immer dichter und in ihren Elementen stärker und schliesst die Innenhaut gegen die *Media* entweder mit einer elastischen dichten Netzhaut oder einer wirklichen gefensterten mehr oder weniger faserigen Membran, welche offenbar der elastischen Innenhaut der kleinen Arterien entspricht. Unmittelbar unter dem Epithel sind die elastischen Fasernetze entweder sehr fein oder werden durch eine oder mehrere helle Lagen, die streifigen Lamellen, vertreten, die, wenn sie kernhaltig sind, oft wie aus verschmolzenen Epithelzellen zu bestehen scheinen, wenn homogen und kernlos, blassen elastischen Membranen sich annähern. — In der Ringfaserhaut erscheinen als neues Element in den stärksten Arterien besondere elastische Membranen oder Platten, die, abgesehen von ihrem queren Faserverlauf, der elastischen Innenhaut namentlich kleinerer Arterien in allem Wesentlichen gleich gebildet sind und bald als

Fig. 299 Querschnitt der Aorta unterhalb der *Mesent. sup.* 1. *Intima.* 2 *Media* 3. *Adventitia.* *a.* Epithel, *b.* gestreifte Lamellen, *c.* elastische Häute der *Intima*, *d* elastische Lamellen der *Media*, *e.* Muskeln und Bindegewebe derselben, *f.* elastische Netze der *Adventitia.* Vom Menschen, 30mal vergr., mit Essigsäure.

die dichtesten Netze starker elastischer Fasern, bald als wirklich gefensterte Häute mit mehr zurückstehender Faserung erscheinen. Diese 0,001—0,0012''' dicken Membranen, deren Zahl bis auf 50 und 60 ansteigen kann, wechseln regelmässig in Entfernungen von 0,003—0,008''' mit queren Schichten glatter Muskeln, die von Bindegewebe und Netzen mittelfeiner elastischer Fasern durchzogen sind, ab, sind jedoch durchaus nicht als regelmässig ineinandergeschachtelte, von einander isolirte und in ihren Zwischenräumen von Muskeln angefüllte Röhren zu denken, sondern stehen einmal bald häufiger, bald spärlicher untereinander und mit dem feinern, die Muskeln durchziehenden elastischen Netz in Verbindung, und sind zweitens nicht selten stellenweise unterbrochen oder von gewöhnlichen elastischen Netzen vertreten. Am schönsten und regelmässigsten erscheinen die Platten in der *Aorta abdominalis*, dem *Truncus anonymus*, der *Carotis communis* und den kleinsten hierher gehörigen Arterien, doch wechseln diese Verhältnisse bei verschiedenen Individuen sehr, so dass man, ohne im Besitz sehr ausgedehnter Untersuchungen zu sein, kaum etwas allgemein Gültiges aufstellen kann. — Was die *Media* sonst noch auszeichnet, ist die geringe Entwickelung ihrer Muskulatur. Contractile Faserzellen sind zwar auch in den grössten Arterien durch alle Schichten der *Media* zu finden, allein dieselben machen einmal, verglichen mit den übrigen Elementen derselben, den elastischen Platten, dem Bindegewebe und den feinern elastischen Netzen, nur einen unbedeutenden Theil dieser Haut aus ($\frac{1}{3}$—$\frac{1}{4}$) und sind zweitens auch in ihren Elementen so unentwickelt, dass es sehr zweifelhaft erscheint, ob dieselben ein irgend nennenswerthes Zusammenziehungsvermögen besitzen. Man findet nämlich in der *Aorta* und dem Stamme der *Art. pulmonalis* die Faserzellen in den innern Schichten der *Media* oft nicht länger als 0,01''' und dabei 0,004—0,006''' breit und ganz platt, so dass sie gewissen Epitheliumzellen nicht unähnlich sehen, zugleich unregelmässig von Gestalt, rechteckig, spindel- oder keulenförmig, jedoch mit den bekannten stabförmigen Kernen. In den äusseren Schichten werden die Faserzellen schmäler und länger, bis 0,02''' und zugleich den exquisiten und muskulösen Faserzellen anderer Organe ähnlicher, doch behalten dieselben in ihrem Ansehen etwas Starres und Eigenthümliches. In den *Carotides*, *Subclaviae*, *Axillares*, *Iliacae* sind die contractilen Elemente schon entwickelter, daher auch die *Media* dieser Arterien nicht die reingelbe Farbe derjenigen der grössten Arterien hat, sondern schon mehr ins Röthliche spielt. — Die *Adventitia* der grossen Arterien ist relativ und absolut schwächer als die der kleinern und beträgt von 0,04—0,02'''. Ihr Bau ist im Ganzen genommen derselbe, wie früher, doch ist ihre elastische innere Lage viel weniger entwickelt und wegen der dicken elastischen Elemente in der *Media* auch sehr wenig von dieser abgegrenzt.

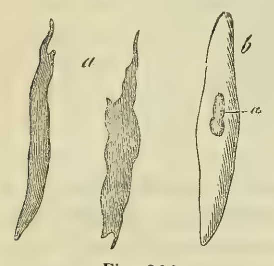


Fig. 300.

Fig. 300. Muskulöse Faserzellen aus den innersten Lagen der *Arteria axillaris* des Menschen, 350mal vergr. *a.* ohne, *b.* mit Essigsäure. *a.* Kern der Fasern.

Auch die *Intima* gewisser Arterien enthält glatte Muskeln, wie ich bei der *Axillaris* und *Poplitaea* des Menschen fand und später auch *Remak* namentlich für die Eingeweidearterien der Säugethiere nachwies. Sehr häufig ist beim Menschen in grossen Arterien diese Haut verdickt, wobei namentlich eine ungemeine Zunahme der streifigen Lamellen sich ergibt. — In der *Media* fehlt die Muskulatur in keiner Arterie ganz, doch mangelt sie an den Arterien der *Retina* an Aesten unter 0,02‴. — Die *Adventitia* grosser Arterien enthält bei Thieren Muskeln, beim Menschen nicht. Nach *J. Lister* (*Trans. of the R. Soc. of Edinburgh* 1857, und *Quart. Journ. of micr. sc. Oct.* 1857, *p.* 8) sind die contractilen Faserzellen der kleinsten Arterien der Froschschwimmhaut bei einer Länge von $^1/_{100}$—$^1/_{200}$ Zoll anderthalb bis zwei und einhalb mal spiralig um die Innenhaut herum gelegt und bilden solche Faserzellen in einfacher Lage die ganze Muskelhaut.

§. 219.

Venen. Auch die Venen lassen sich in drei Gruppen, kleine, mittelstarke und starke eintheilen, die jedoch nicht ganz so scharf von einander sich abgrenzen lassen, wie dies bei den Arterien der Fall ist. Die Venen sind ohne Ausnahme dünnwandiger, als die Arterien, was eben so sehr von einer geringern Entfaltung von contractilen Elementen, als von einer spärlichern Entwickelung der elastischen Theile abhängt, daher auch die Venenwände schlaffer und minder contractil sind. Die *Intima* ist bei grossen Venen häufig nicht stärker als bei mittelstarken, weniger entwickelt als bei den Arterien, sonst im Wesentlichen gleich gebaut. Die niemals gelbe, meist grauröthliche *Media* enthält viel mehr Bindegewebe, weniger elastische Fasern und Muskeln und zeigt, was ein Hauptunterschied ist, immer neben den transversalen auch longitudinale Schichten. Dieselbe ist im Allgemeinen schwach, jedoch bei mittelstarken Venen absolut stärker als bei grössern und auch in der Muskulatur am kräftigsten entwickelt. Die *Adventitia* endlich ist in der Regel die stärkste Lage, und zwar nimmt ihre relative und absolute Stärke mit derjenigen der Gefässe meist zu. In der Zusammensetzung schliesst sie derjenigen der Arterien ganz sich an, nur dass in vielen Venen, besonders der Unterleibshöhle, zum Theil sehr entwickelt longitudinale Muskeln erscheinen, welche der ganzen Venenwand ein eigenthümliches Gepräge geben.

Die kleinsten Venen (Fig. 297, *b*) bestehen so zu sagen nur aus einem kernhaltigen, undeutlich faserigen oder homogenen Bindegewebe und einem Epithel. Letzteres ist in seinen Elementen länglichrund oder rund mit ovalen oder selbst rundlichen Kernen, während ersteres eine relativ starke *Adventitia* und ausserdem noch eine dünnere, die *Media* vertretende Lage (Fig. 297, ε), beide mit longitudinaler Faserrichtung bildet. Unter 0,01‴ verlieren die Venen allmählich das äussere Bindegewebe und das Epithel und geht dem Anscheine nach die mittlere Lage derselben in die strukturlose Haut der Capillaren über. Eine Muskelhaut und überhaupt eine Lage von ringförmigen Fasern tritt erst bei Venen über 0,02‴ auf und zwar in Gestalt von anfänglich weit auseinanderstehenden querovalen Zellen, mit kurzen ovalen, zum Theil selbst fast rundlichen queren Kernen. Nach und nach werden diese Zellen länger und zahlreicher und bilden endlich an Gefässen von 0,06—0,08‴ eine continuirliche Lage (Fig. 296 β), welche jedoch immer unentwickelter ist, als die der entsprechenden Arterien. So bleibt der Bau der Venen bis zu 0,1‴,

dann aber treten allmählich elastische, anfangs feine Netze nach aussen vom Epithel, in der *Musculosa* und *Adventitia* auf, während zugleich die Muskellagen sich vermehren und auch selbst Bindegewebe und feine elastische Fasern zwischen ihre Elemente aufnehmen.

Venen von mittlerem Durchmesser von 1—3—4''', wie die Hautvenen und tiefern Extremitätenvenen bis zur *Brachialis* und *Poplitaea*, die Eingeweide- und Kopfvenen mit Ausnahme der Hauptstämme, zeichnen sich durch die namentlich bei den Venen der untern Extremität nicht unbedeutende Entwickelung ihrer Ringfaserhaut aus, die wie bei den Arterien gelbröthlich von Farbe und querstreifig ist, jedoch, auch wo dieselbe die grösste Mächtigkeit besitzt, bei weitem derjenigen der entsprechenden arteriellen Gefässe nicht gleichkommt, und die Dicke von 0,06—0,07''' nicht überschreitet. Dieselbe besteht auch zum Unterschiede von den Arterien nicht allein aus queren, sondern auch aus longitudinalen Lagen. Erstere werden von gewöhnlichem wellenförmigem Bindegewebe mit feinen, lockigen, mehr isolirten elastischen Fasern (Kernfasern der Früheren) und einer grossen Menge von glatten Muskeln dargestellt, deren spindelförmige Elemente bei einer Länge von 0,02—0,04''' und einer Breite von 0,004—0,007''' die gewöhnlichen Charactere der contractilen Faserzellen darbieten, während die Längsschichten aus ächten stärkern und ganz starken netzförmig vereinigten elastischen Fasern bestehen. Die Lagerungsweise dieser Gewebe zu einander betreffend, so folgt in gewissen Venen *(Poplitaea, Profunda femoris, Saphena major et minor)* auf die *Intima* eine 0,01—0,04''' starke, einzig und allein aus Bindegewebe und feinen elastischen Netzen gebildete Lage mit longitudinaler Faserung, die Längsschicht der *Media*, während in den andern Venen die muskulösen Elemente auch in die innersten Lagen sich erstrecken. In diesem Falle findet sich unmittelbar nach aussen von der Innenhaut eine Querlage von Muskeln mit Bindegewebe und elastischen Fäserchen, welche drei Gewebe in diesen Venen immer einander begleiten und dann folgen, regelmässig miteinander abwechselnd, longitudinale elastische Netzhäute immer in einfacher Lage und Quermuskeln mit Bindegewebe, so dass die *Media* dieser Venen ein geschichtetes Ansehen erhält, das in etwas an dasjenige der stärksten Arterien erinnert. Es ist jedoch zu bemerken, dass die elastischen Netzhäute, wenn auch häufig sehr dicht verflochten, doch nie zu homogenen elastischen Membranen werden, ferner hie und da unterbrochen sind und, wie Längsschnitte deutlich lehren, ohne Ausnahme durch die ganze *Media* miteinander zusammenhängen. Die Zahl dieser elastischen Lamellen schwankt zwischen 5—10 und ihre Zwischenräume betragen von 0,004—0,01'''. — Die *Intima* der mittelstarken Venen beträgt von 0,01—0,04''' und besteht, wo sie dünner ist nur aus einem Epithel mit

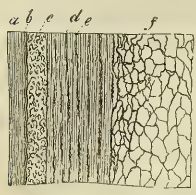


Fig. 301.

Fig. 301. Querschnitt der *Vena saphena magna* am *Malleolus*, 50mal vergr. *a.* Gestreifte Lamellen und Epithel der *Intima*, *b.* elastische Haut derselben, *c.* longitudinale innere Bindegeweblage der *Media*, mit elastischen Fasern, *d.* quere Muskeln und *e.* longitudinale elastische Netze schichtenweise gelagert, *f. Adventitia.*

kürzern, jedoch länglichen Zellen, einer streifigen kernhaltigen Lamelle und einer elastischen Längshaut, die der elastischen Innenhaut der Arterien entspricht, aber kaum jemals als eine wirklich homogene gefensterte Membran, sondern meist als ein äusserst dichtes, flächenartig ausgebreitetes Netz feinerer und gröberer elastischer Fäserchen erscheint. Wo die *Intima* dicker ist, mehren sich die streifigen Lamellen und treten vor allem noch einige oder selbst mehrere Netze elastischer feiner Fasern nach innen von der erwähnten, die *Intima* abschliessenden elastischen Haut auf. Auch glatte Muskeln sah ich in den Venen des *Uterus gravidus* in der *Intima*, ebenso in der *Saphena major* und *Poplitaea*, was Remak für die Eingeweidevenen gewisser Säugethiere bestätigt. — Die Adventitia dieser Venen ist fast ohne Ausnahme dicker als die *Media*, häufig noch einmal so dick, seltener von gleicher Stärke. In der Regel enthält dieselbe nur longitudinale, vielfach untereinander verbundene, oft sehr schöne starkfaserige elastische Netzhäute und gewöhnliches Bindegewebe, doch kommen im Bezirk derjenigen Eingeweidevenen, deren Stämme in der *Adventitia* Längsmuskeln besitzen, solche auf eine gewisse Strecke auch in den Aesten vor (s. das Folgende).

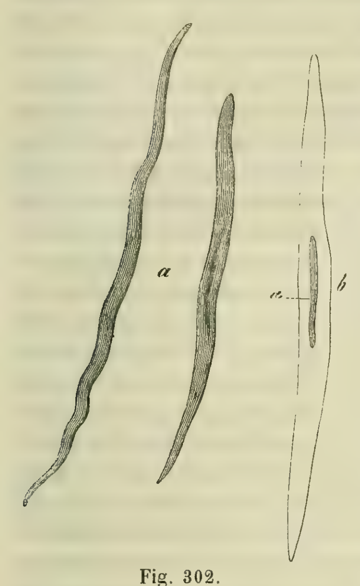


Fig. 302.

Die stärksten Venen unterscheiden sich von denen von mittlerem Durchmesser namentlich durch die geringe Entwickelung der *Media* und namentlich der Muskulatur derselben, was freilich häufig durch das Auftreten contractiler Elemente in der *Adventitia* ausgeglichen wird. Die *Intima* beträgt in der Regel 0,01‴ und verhält sich dann wie bei den mittlern Venen. Seltener steigt sie, wie in der *Cava inferior* hie und da, in den Stämmen der *Hepatica*, in den *Anonymae* bis zu 0,02 und 0,03‴, welche Dickenzunahme auf Rechnung gestreifter Lamellen mit Kernen und feiner elastischer Längsnetze, nirgends aber auf die von Muskeln kommt. Die *Media* beträgt durchschnittlich 0,02—0,04‴, kann jedoch ausnahmsweise wie im Anfange des Pfortaderstammes, im obersten Theile des Bauchtheiles der *Cava inferior*, an den Einmündungsstellen der Lebervenen 0,06—0,12‴ messen, oder wie im grössten Theile der *Cava* an der Leber und im weitern Verlauf der grössten Lebervenen ganz fehlen. Ihr Bau ist im Wesentlichen derselbe wie früher, nur hängen die longitudinalen elastischen Netze vielfach zusammen und sind weniger deutlich oder gar nicht in Lamellen angeordnet, ferner sind die Quermuskeln spärlich und undeutlich, selbst da, wo die *Media* die angegebene bedeutende

Fig. 302. Muskulöse Faserzellen aus der *Vena renalis* des Menschen, *a.* ohne, *b.* mit Essigsäure, *α* Kern der letztern, 350mal vergr.

Dicke besitzt, und reichlicher mit queren Bindegewebsbündeln gemengt. Am entwickeltesten sah ich die Muskeln in der *Lienalis* und *Vena portae*, ganz zu fehlen schienen sie mir im Bauchtheil der *Vena cava* unterhalb der Leber an gewissen Stellen, in der *Subclavia* und den Endstücken der *Cava superior* und *inferior*. — Die *Adventitia* der grössten Venen übertrifft ohne Ausnahme die *Media* oft um das Doppelte und mehr bis um das Fünffache, und zeigt im Bau die bedeutende Abweichung, dass sie, wenigstens bei gewissen Venen, wie *Remak* richtig angibt, eine bedeutende Menge von Längsmuskeln enthält. Am schönsten sind dieselben, wie schon *Bernard* wusste (*Gaz. méd. de Paris* 1849, 17. 331), im Lebertheil der *Cava inferior*, wo sie mit 0,01—0,04''' starken Bündeln ein die innere Hälfte oder zwei inneren Dritttheile der äussern Haut durchziehendes Netzwerk bilden, das, wo die *Media* fehlt, direct an die *Intima* anstösst und bis 0,22''' Mächtigkeit erlangen kann. Ausserdem fand ich, wie *Remak*, diese contractilen Längsbündel, die nie Bindegewebe, wohl aber elastische Fasern in gewisser Zahl enthalten, noch sehr entwickelt in den Stämmen der Lebervenen, im Stamme der *Vena portae*, im übrigen Theil der *Cava inferior* und verfolgte dieselben bis zur *Lienalis*, *Mesenterica superior*, *Iliaca externa* und *Renalis*. Auch die *Vena azygos* zeigte einige derselben, dagegen fehlten sie durchaus in den obern Venen. Nur in der *Renalis* und *Vena portae* erstreckten sich diese Muskeln durch die ganze Dicke der *Adventitia*, während in den andern genannten Venen ein grösserer oder kleinerer äusserer Theil derselben frei blieb und wie gewöhnlich aus longitudinalem Bindegewebe und elastischen starkfaserigen Netzen bestand. Hierdurch erschien dann die muskulöse Lage der *Adventitia* wie eine besondere Gefässhaut und wurde zur Verwechslung derselben mit der unentwickelten oder, wie angegeben wurde, selbst fehlenden *Media* Veranlassung gegeben, welche jedoch durch Verfolgung der Verhältnisse von den kleinern Venen an leicht vermieden werden konnte. Die Muskellage der *Adventitia* enthält ausser den contractilen Elementen, die bei einer Länge von 0,02—0,04''' die gewöhnlichen Charactere darbieten, und vielen elastischen Längsnetzen ohne Ausnahme eine gewisse Menge von Bindegewebe, das, wie es scheint, ohne Ausnahme quer verläuft, so dass mithin die transversalen Elemente auch in diesen grossen Venen, wenn auch nicht gerade vorzüglich durch Muskeln, doch vertreten sind. Alle grossen Venen, die in das Herz einmünden, besitzen auf eine kurze Strecke eine äussere ringförmige Lage derselben quergestreiften Muskeln, die auch im Herzen sich finden,

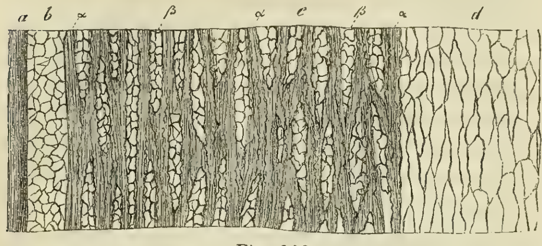


Fig. 303.

Fig. 303. Längsschnitt der untern Hohlvene an der Leber, 30mal vergr. *a. Intima*, *b. Media* ohne Muskeln, nur Bindegewebe und elastische Fasern enthaltend, *c.* innere Schicht der *Adventitia*, *α.* longitudinale Muskeln derselben, *β* queres Bindegewebe derselben Lage, *d.* äusserer Theil der *Adventitia* ohne Muskeln.

mit Anastomosen der Primitivbündel. Dieselben sollen nach *Räuschel* im Bereich der obern Hohlvene bis zur *Subclavia* sich erstrecken und auch an den Hauptzweigen der *Venae pulmonales* noch zu finden sein und zwar nach *Schrant* im erstern Falle mehr im Innern der Gefässwand und longitudinal.

Eine besondere Erwähnung verdienen noch Venen, in denen die Muskulatur übermässig entwickelt ist und Venen, in denen eine solche gänzlich fehlt. Zu den erstern gehören die Venen des schwangern Uterus, in denen neben der *Media* auch die *Intima* und *Adventitia*, und zwar die letztern längsfaserige Muskellagen darbieten, deren Elemente im 5. und 6. Monat dieselbe colossale Entwickelung zeigen, wie die des Uterus selbst. Der Muskulatur entbehren 1) die Venen des mütterlichen Theiles der *Placenta*, in deren Wandungen ausserhalb des Epithels grosse längliche Zellen und Fasern, die ich für unentwickeltes Bindegewebe halte, vorkommen. 2) Die meisten Venen der Gehirnsubstanz und *Pia mater*. Dieselben bestehen aus einem rundlichen Epithel in einfacher Lage, einer dünnen longitudinalen Bindegewebsschicht mit einzelnen Längskernen als Vertreterin der *Media* und einer bei den kleineren Gefässen mehr homogenen, bei den grössern fibrillären und kernhaltigen *Adventitia*. Nur selten zeigt sich bei den grössten dieser Venen eine schwache Andeutung von Muskeln in der *Media*, so wie die Fig. 296 es darstellt. 3) Die Blutleiter der *Dura mater* und die *Breschet*'schen Knochenvenen, die nach aussen von einem Pflasterepithel eine Lage von Bindegewebe zum Theil mit feinen elastischen Fasern besitzen, welches continuirlich in dasjenige der harten Hirnhaut und des innern Periostes übergeht. 4) Die Venenräume der *Corpora cavernosa* (s. §. 203) und der Milz gewisser Säuger (s. §. 171). 5) Die Venen der *Retina*. — Die Venenklappen bestehen in ihrer Hauptmasse aus deutlichem Bindegewebe, das dem freien Rande derselben parallel verläuft, und viele längliche Kerne und auch isolirte wellenförmige, meist freie, zum Theil stärkere elastische Fasern enthält. An der Oberfläche findet sich entweder nur ein Epithelium mit kurzen Zellen oder darunter noch ein sehr feines elastisches Netz mit vorwiegender Längsrichtung. Demnach können die Klappen als Fortsetzungen der *Media* und *Intima* angesehen werden, obschon Muskelfasern nach dem, was ich sah (*Wahlgren* will solche in grössern Klappen gefunden haben, während *Remak* dieselben nur von der ausgebuchteten Venenwand selbst im Bereiche der Klappen erwähnt wo die beiden andern Häute dünn sein sollen), in ihnen fehlen.

§. 220.

Haarröhrchen, *Vasa capillaria*. Mit einziger Ausnahme der *Corpora cavernosa* der Geschlechtsorgane, der *Placenta uterina* und vielleicht gewisser Regionen der Milz hängen beim Menschen allerwärts Arterien und Venen durch reichliche Netze mikroskopischer feinster Gefässchen zusammen, die man ihres engen Lumens wegen mit obenstehendem Namen bezeichnet hat. Dieselben bestehen überall aus einer einzigen structurlosen Haut mit Zellenkernen und unterscheiden sich mithin sehr wesentlich von den grössern Gefässen, doch ist

der Uebergang nach der einen wie der andern Seite ein ganz unmerklicher, so dass es auf einem gewissen Punkte des Gefässverlaufes ganz unmöglich ist, die Charactere weder der einen, noch der andern Abtheilung, in die die Gewebelehre die Gefässe zu sondern gewohnt ist, wieder zu finden. Solche Gefässe kann man am besten, je nachdem sie nach dieser oder jener Seite zu liegen, als **venöse und arterielle Uebergangsgefässe** bezeichnen und ohne weitere Aenderung des gewöhnlichen Schema's an die Capillaren anreihen.

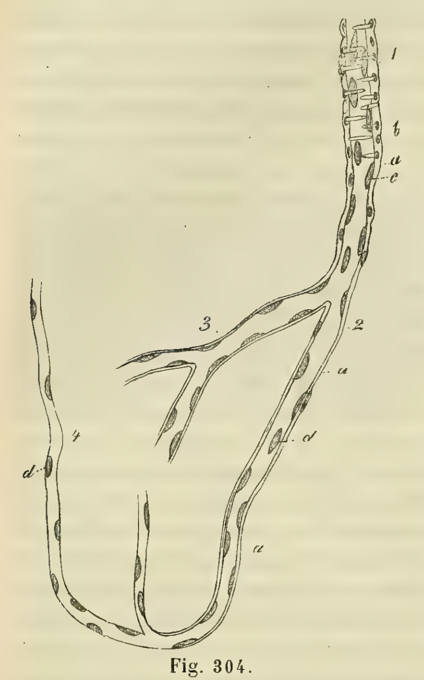


Fig. 304.

Die **eigentlichen Capillaren** verhalten sich, genauer betrachtet, wie folgt. Ihre structurlose Haut ist vollkommen hell und klar, bald zart und durch eine einfache Contour bezeichnet, bald dicker, bis 0,0008 und 0,001''', deutlich doppelt begrenzt. In ihren mikroskopischen Reactionen stimmt dieselbe ganz mit ältern Zellmembranen und dem Sarcolemma der quergestreiften Muskelfasern überein (cf. §. 80), und was ihre sonstigen Eigenschaften betrifft, so ist dieselbe innen und aussen vollkommen glatt, trotz ihrer Feinheit ziemlich resistent und elastisch, jedoch höchst wahrscheinlich nicht contractil. Immer und ohne Ausnahme besitzt sie eine gewisse Anzahl von länglichen Zellenkernen, die bei einer Grösse von 0,003—0,004''' bald in weitern Zwischenräumen meist alternirend an dieser und jener Seite des Gefässes, bald näher und ganz dicht beisammen, doch selten wirklich gegenständig gelagert sind und bei dünner Gefässhaut an der innern Seite derselben, bei dickerer in ihr ihre Lage haben, doch so, dass sie nicht selten Hervorragungen derselben nach aussen bewirken. Die Durchmesser der Capillaren gehen beim Menschen von 0,002—0,006''' und kann man dieselben behufs der Beschreibung wiederum eintheilen in **feinere** von 0,002—0,003''' mit spärlichen Kernen und dünner Wand und **gröbere** von 0,004—0,006''' mit stärkerer Haut und zahlreichen Kernen, ohne jedoch hiermit irgend welche Grenze zwischen denselben ziehen zu wollen.

Durch die Vereinigung der Capillaren entstehen die **Capillarnetze**, *Retia capillaria*, welche bei den einzelnen Organen und Geweben schon ihre

Fig. 304. Feinste Gefässe von der arteriellen Seite aus. 1. Kleinste Arterie. 2. Uebergangsgefäss. 3. Gröbere Capillaren, 4. feinere Capillaren, *a.* structurloses Häutchen mit noch einigen Kernen, Repräsentant der *Adventitia*, *b.* Kerne der muskulösen Faserzellen, *c.* Kerne in der kleinen Arterie, vielleicht schon einem Epithel angehörig, *d.* Kerne der Capillaren der Uebergangsgefässe. Aus dem Gehirn des Menschen, 300mal vergr.

ausführliche Würdigung fanden und daher hier nur im Allgemeinen kurz besprochen werden sollen. Die Formen derselben, die trotz nicht unbedeutender Schwankungen für die verschiedenen Organe constant und je nach der Aehnlichkeit und Verschiedenheit derselben mehr oder weniger charakteristisch sind, hängen theils von der Lagerung der Elementartheile ab, theils richten sie sich nach der Energie der Functionen. Das erste anlangend, so gibt es in vielen Organen Gewebseinheiten, in welche nie Gefässe eindringen, so die quergestreiften Muskelfasern, Bindegewebsbündel, Nervenröhren, Zellen aller Art, Drüsenbläschen, und die mithin je nach ihrer Form den Capillaren ganz bestimmte Wege vorzeichnen, so dass sie bald mehr in die Länge gezogene Maschen, bald rundliche engere oder weitere Netze darstellen. Noch bestimmender ist die physiologische Energie und ergiebt sich als allgemeines Gesetz, dass, je grösser die Thätigkeit eines Organes, beziehe sie sich nun auf Contractionen oder Sensationen, auf Ausscheidung oder Absorption, um so dichter die Capillarnetze, um so reichlicher die Blutmenge. Am engsten sind die Capillarnetze in den Organen die secerniren und absorbiren, wie in den Drüsen, vor Allem in den Lungen, der Leber, den Nieren, dann in den Häuten und den Schleimhäuten; viel weiter in den Organen, die nur behufs ihrer Ernährung und zu keinen andern Zwecken Blut erhalten, wie in den Muskeln, Nerven, Sinnesorganen, serösen Häuten, Sehnen und Knochen, doch findet man auch hier Differenzen, indem z. B. die Muskeln und die graue Nervensubstanz vor den andern genannten Theilen reichlich versorgt sind. Die Durchmesser der Capillaren selbst verhalten sich gerade fast umgekehrt, und sind dieselben am dünnwandigsten und feinsten, von 0,002—0,003‴, in den Nerven, Muskeln, in der *Retina*, der *Peyer*'schen Follikeln; in der äussern Schleimhaut und den Schleimhäuten betragen sie 0,003—0,005‴, in den Drüsen und Knochen endlich 0,004—0,006‴, in den letztern in der compacten Substanz, jedoch nicht mehr ganz mit dem Bau von Capillaren, selbst 0,008 und 0,01‴. Die Physiologie ist noch nicht im Stande, alle diese Differenzen im Einzelnen zu deuten, indem ihr die Kenntniss der Diffusionsgesetze der verschiedenen Capillarmembranen mangelt, und auch die feineren Schattirungen der Blutbewegung in den einzelnen Organen gänzlich unbekannt sind.

Die Art, wie die Capillaren in die stärkern Gefässe übergehen, ist schwer zu verfolgen. Gegen die Arterien zu findet man, dass die Capillaren, indem sie breiter werden, dichterstehende Kerne erhalten und dann von aussen mit einer structurlosen *Adventitia* und einzelnen Muskelzellen sich belegen, wodurch sie bei 0,007‴ Durchmesser schon als engste Arterien erscheinen (Fig. 304, 1). An die Stelle der Kerne scheinen dann die Epithelzellen zu treten, während die Capillarmembran entweder sich verliert oder in die elastische Innenhaut sich fortsetzt. Die venösen Uebergangsgefässe sind auf längere Strecken wenig charakteristisch. Das erste, was hier zur Capillarmembran hinzutritt, ist eine äussere, homogene, kernhaltige Lage, die als eine Art Bindegewebe betrachtet werden kann, und während die Kerne der Capillargefässe dichter zusammenrücken, allmählich mit der Membran derselben verschmilzt. Bei Gefässen von 0,01‴ sind die innern Kerne schon so zahlreich,

dass das Epithelium in ihnen nicht zu verkennen ist, und da nun auch die äussere Lage noch um eine kernhaltige Schicht, die *Adventitia*, sich vermehrt hat, so kann das jetzt deutlich mehrschichtige Gefäss (Fig. 297) nun auch Vene genannt werden. — Mithin scheinen die Capillaren durch innere und äussere zu ihnen hinzukommende Schichten in die grössern Gefässe sich umzuwandeln, während ihre eigene Haut mit denselben verschmilzt und vielleicht in die Faserlage der *Intima* sich fortsetzt.

Ausser den feinsten Capillaren, welche jedoch immer noch Blutzellen, die bekanntlich sehr dehnbar sind, durchlassen, haben ältere Autoren noch feinere Gefässchen angenommen, sogenannte *Vasa serosa*, welche kein rothes Blut mehr, nur das Plasma desselben durchlassen, eine Annahme, welche von den meisten neuern Autoren verlassen worden ist. Nur *Hyrtl* glaubt noch solche Gefässe in der *Cornea* annehmen zu müssen, weil die Gefässe am Rande derselben, ohne in Venen überzugehen, dem Blicke sich entziehen und zu enge sind (beim Menschen injicirt von 0,0009‴), um noch Blutkörperchen zu führen. Er glaubt, dass dieselben noch weiter in *Vasa serosa* sich fortsetzen und vielleicht mit den noch nicht dargestellten Lymphgefässen zusammenhängen. Hiergegen bemerken *Brücke* und *Gerlach*, dass die Hornhautgefässe mit wirklichen Schlingen enden, wornach *Hyrtl's* Angaben als auf unvollständigen Injectionen beruhend erscheinen. Ich kann jedoch mittheilen, dass etwas den *Vasa serosa* der Autoren Entsprechendes in der Hornhaut wirklich vorkommt, indem ich beim Hund von den hier, wie überall am Rande derselben befindlichen, Blutkörperchen führende Endschlingen aus feine und feinste Fäden noch weiter ins Innere sich fortsetzen sah, die netzförmig untereinander zusammenhingen und an den Vereinigungsstellen meist etwas verbreitert waren. Ob diese Fäden ein Lumen und einen Inhalt besassen und mit den Höhlen der wirklichen Capillaren direct communicirten, war nicht zu entscheiden, und möchte ich sie daher auch vorläufig doch nicht mit Bestimmtheit für offene Theile des Gefässsystemes erklären, dagegen stehe ich nicht im Geringsten an, sie dennoch demselben beizuzählen, denn auch wenn dieselben ohne *Lumina* sein sollten, so wird doch kaum eine andere Deutung möglich sein, als sie von dem beim Neugebornen fast die ganze *Cornea* deckenden Gefässnetz abzuleiten und für obliterirte Capillaren zu erklären. — Sollten diese Hornhautelemente nicht als *Vasa serosa* sich ergeben, so wüsste ich dann beim Erwachsenen keinen Ort, wo solche sich finden, dagegen sind plasmaführende Gefässe während der Entwickelung der Capillaren als vorübergehende Erscheinung überall vorhanden (siehe unten) und ist es daher wohl gedenkbar, dass auch später noch hie und da vereinzelt sich welche finden, oder vielleicht selbst in grösseren Mengen vorhanden sind, ähnlich wie auch bei den Nervenausbreitungen die Endigungen oft den embryonalen Character beibehalten. Die seiner Zeit von *Henle* aus dem Gehirn des Kalbes beschriebenen, mit Capillaren zusammenhängenden kernhaltigen Fäden, die *Vasa serosa* zu sein schienen, die vor nicht langer Zeit auch noch *Luschka* aus dem *Ependyma* als solche aufgefasst hat, sind von *Welcker* als künstlich gedehnte gewöhnliche Capillaren erkannt worden, womit nun auch *Henle* sich einverstanden erklärt.

3. Von den Lymphgefässen.

§. 221.

Die Lymphgefässe stimmen mit Ausnahme ihres Inhalts so sehr mit den Venen überein, dass eine kurze Darstellung des Baues derselben genügt.

Die Lymphgefässanfänge sind von einem einzigen Orte her, nämlich in den Schwänzen der Batrachierlarven, wo ich dieselben im Jahre 1846

entdeckte (*Annal. d. sc. natur.* 1846), mit Sicherheit bekannt und ergeben sich hier (Fig. 305) als den Blutcapillaren dem Baue nach im Wesentlichen gleich. Es besitzen diese Lymphcapillaren, die als zierliche Bäumchen von einem oberen und unteren *Vas lymphaticum caudale* aus in den durchsichtigen Säumen der Schwänze sich ausbreiten, sammt ihren Stämmen eine einzige sehr zarte structurlose Haut mit innen an derselben anliegenden Kernen, und unterscheiden sich von den Blutcapillaren der genannten Larven im Bau einzig und allein durch die Anwesenheit von vielen kürzern und längern von ihrer Membran ausgehenden feinen Zacken, die ihnen ein eigenthümliches buchtiges Aussehen geben. Eigenthümlich ist auch der Anfang dieser 0,002 — 0,005''' breiten Gefässe, indem dieselben nur sehr wenige Anastomosen bilden, vielmehr, auch in ganz ausgebildeten Schwänzen, fast alle mit zugespitzten feinen Ausläufern (Fig. 305 *c*) beginnen. — Was die zwei andern Beobachtungen über den Ursprung der Lymphgefässe betrifft, die ich in der ersten Auflage dieses Buches noch als sicher bezeichnete, so sind dieselben durch neuere Erfahrungen wieder zweifelhaft geworden. Die von mir als Lymphgefässe der *Trachea* des Menschen (Mikr. Anat. Fig. 279) abgebildeten Gefässe nämlich sind möglicherweise nichts als eigenthümlich umgewandelte Blutgefässe gewesen, indem wenigstens *Virchow* in der neuesten Zeit einige Male evidente Blutgefässe der Trachealschleimhaut und der Darmschleimhaut in weissliche, mit dunklen Körnchenmassen gefüllte, erweiterte Canäle umgewandelt fand, an denen selbst scheinbar blinde Endigungen sich fanden; eine Beobachtung, die, wenn sie auch meine frühere Annahme nicht vollkommen entkräftet, doch derselben jede Sicherheit nimmt. Was zweitens die Chylusgefässe der Darmzotten betrifft, so glaube ich zwar für dieselben einstehen zu können, doch wird man, seit ein Beobachter, wie *Brücke*, die Existenz derselben gänzlich leugnet (siehe §. 156), dieselben auch nicht mehr unter die Zahl der wohlconstatirten Thatsachen einzureihen im Stande sein. — Wenn nicht an diesen Orten, so ist

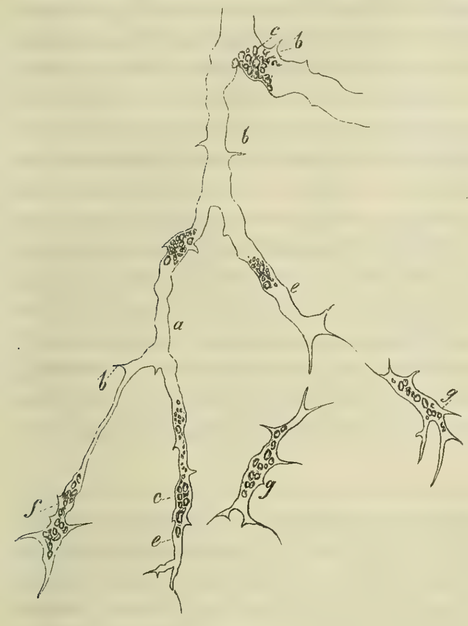


Fig. 305.

Fig. 305. Capillare Lymphgefässe aus dem Schwanze einer Froschlarve, 350mal vergr. *a.* Membran derselben, *b.* Ausläufer, welche dieselbe bildet, *c.* Reste des Inhaltes der Zellen, welche diese Gefässe bilden, in dem Kerne versteckt liegen, *e.* blinde Enden der Gefässe, *f.* ein solches noch ziemlich deutlich als eine Bildungszelle erkennbar, *g.* isolirte Bildungszellen im Begriff mit den wirklichen Gefässen sich zu vereinen.

auf jeden Fall an keiner andern Stelle der Anfang der Chylusgefässe bekannt, und wenn auch die Resultate der Injectionen mit für Anfangsnetze sprechen (Mikr. Anat. II, 1. p. 22, 23), so sind doch diese Netze noch nie genau mit Hülfe von stärkeren Vergrösserungen untersucht, und ist in allen parenchymatösen Organen auch nicht einmal durch Injection bisher ein Resultat zu erzielen gewesen.

Der Uebergang der Lymphcapillaren in die stärkern Lymphgefässe ist noch wenig untersucht. Nach *Brücke* erkennt man an Chylusgefässen der Darmwände von 0,02^{mm}, die schon Klappen haben, eine Epitheliallage an ihren Kernen, während in den noch kleineren klappenlosen Aesten, die dann ihre Wände verlieren und frei mit den vorhin erwähnten Gewebsräumen communiciren sollen, dieselben mangeln. Weder an den einen noch an den andern dieser Gefässe war es möglich, eine besondere Gefässwand von dem sie umgebenden Bindegewebe der *Adventitia* zu unterscheiden, vielmehr schienen Bindegewebslagen bis an das Epithel heran die ganze Gefässhaut zu bilden, so jedoch, dass in den klappenhaltigen Gefässen des submucösen Gewebes auch noch glatte Muskeln sich fanden (Sitzungsber. d. Wien. Akad. vom März 1853).

Die feinsten Gefässe, die mir zur Untersuchung kamen, betrugen $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{7}$—$\frac{1}{6}'''$ und diese stimmten, abgesehen von der Dicke der einzelnen Lagen, vollkommen mit den grössern von 1—1$\frac{1}{2}'''$ überein. Es besitzen diese mittelstarken Lymphgefässe drei Häute. Die *Intima* besteht aus einem Epithel von verlängerten, jedoch kürzern Zellen und einer einfachen, selten doppelten elastischen Netzhaut mit longitudinaler Faserrichtung, die mit Bezug auf die Stärke ihrer Fasern und die Enge der Maschen mannigfachen Variationen unterworfen ist, jedoch nie starkfaserig oder zu einer wirklichen elastischen Membran wird (nach *Weyrich* fehlt diese Haut in den Lymphgefässen des Mesenterium, wogegen ich dieselbe in denen des *Plexus lumbalis* und der Extremitäten immer vorfand). Dann folgt eine stärkere *Media* aus querverlaufenden glatten Muskeln, mit feinen ebenfalls transversalen elastischen Fasern, endlich eine *Adventitia* mit longitudinalem Bindegewebe, spärlichen Netzen feiner elastischer Fasern und einer grössern oder geringern Zahl schief und longitudinal verlaufender glatter Muskelbündel. Diese letztern fand ich in den Extremitäten noch an Gefässen von $\frac{1}{10}'''$ und halte ich dieselben für ein gutes Merkmal, um Lymphgefässe von kleinen Venen zu unterscheiden (s. m. Mikr. Anat. II. 1. pg. 236).

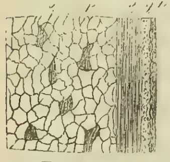


Fig. 306.

Der *Ductus thoracicus* weicht von den kleinern Lymphgefässen in einigen Beziehungen ab. Auf das gleichbeschaffene Epithel folgen einige streifige Lamellen und dann eine elastische Netzhaut mit longitudinaler Faserrichtung, doch misst die ganze *Intima* kaum 0,006—0,01'''. Die 0,025''' dicke *Media* beginnt mit einer ganz

Fig. 306. Querschnitt des *Ductus thoracicus* des Menschen, 30mal vergr. *a.* Epithel, gestreifte Lamelle und elastische Innenhaut, *b.* longitudinales Bindegewebe der *Media*, *c.* quere Muskeln derselben, *d. Adventitia* mit *e.* den longitudinalen Muskeln.

dünnen Lage von longitudinalem Bindegewebe mit feinen elastischen Fasern und besteht im Uebrigen aus einer transversalen Muskelschicht mit feinen elastischen Fasern. Die *Adventitia* endlich enthält longitudinales Bindegewebe sammt elastischen Fäserchen und einzelne netzförmig zusammenhängende Bündel von Längsmuskeln. —. Die Klappen dieses Canals und der Lymphgefässe überhaupt stimmen vollkommen mit denen der Venen überein.

Die Blutgefässe der Lymphgefässe verhalten sich am *Ductus thoracicus* wie an den Venen. — Nerven sind an denselben noch keine gefunden.

Brücke versucht es neulich physiologisch zu deduciren, dass die Anfänge aller Chylusgefässe keine Wände haben können (Denkschr. d. W. Akad. VI, p. 22 u. flgde). Ist ein solches Unternehmen bei der unvollkommenen Ausbildung dieses Theiles der Physiologie schon an und für sich sehr gewagt, so wird es dies um so mehr, wenn unzweifelhafte Thatsachen demselben widersprechen. Ich ersuche *Brücke*, die so leicht zu habenden Froschlarven auf die von mir beschriebenen Lymphgefässe zu untersuchen, um sich zu überzeugen, dass die Anfänge gewisser Lymphgefässe wirklich geschlossen sind. — Zu den nicht entscheidenden Erfahrungen über Lymphgefässanfänge sind auch noch die von mir und *His* gemachten Beobachtungen über farblose Gefässe der Cornea zu rechnen. (Siehe unten).

§. 222.

Lymphdrüsen, *Glandulae lymphaticae.* Eine jede grössere normale Lymphdrüse besteht, ähnlich den Nebennieren, aus einer Hülle, einer Rinden- und einer Marksubstanz. Die Hülle umschliesst die Drüsen ganz, mit Ausnahme einer oder einiger Stellen, wo die grösseren Blutgefässe eindringen und die *Vasa lymphatica efferentia* herauskommen, die ich als *Hilus* der Drüsen bezeichnen will, und ist an den in den grossen Cavitäten befindlichen Drüsen zarter als an denen der äussern Regionen. Ihrem Bau nach ist dieselbe übrigens, wenigstens beim Menschen, einzig und allein aus Bindegewebe mit vielen eingestreuten feinen elastischen Fäserchen (Kernfasern) und deren Bildungselementen, den Saftzellen, zusammengesetzt, doch kommen nach *O. Heyfelder* bei Thieren, namentlich bei der Maus, auch contractile Faserzellen in derselben vor, die jedoch *Beck* und *Remak* nicht finden konnten (Jahres. v. *Henle* 1855 p. 37). Die Rindensubstanz, die mit Ausnahme des *Hilus* an der gesammten Oberfläche der Drüsen wahrzunehmen ist, stellt eine weiche, saftige, in verschiedenen Nuançen weissgelbe, gelbröthliche oder grauröthliche, in grossen Drüsen bis 2, 2½, selbst 3‴ dicke Schicht dar, welche von aussen, zum Theil auch auf Durchschnitten ein grobkörniges, vesiculäres, schon den ältern Anatomen wohlbekanntes Ansehen darbietet, fast

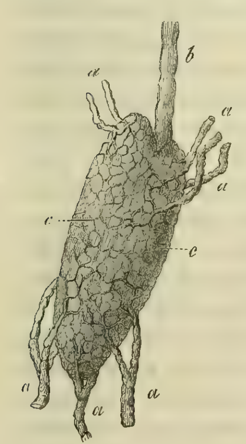


Fig. 307.

Fig. 307. Eine Lymphdrüse der Inguinalgegend des Menschen, einmal vergr. *a. Vasa inferentia*, *b. Vas efferens* aus dem *Hilus* hervorkommend, *c.* Alveolen der Rindenoberfläche durch die Hülle durchschimmernd.

wie von aussen blossgelegte *Peyer*'sche Haufen, indem man eine grosse Zahl graulicher runder, von schmalen weisslichen Säumen umgebene Körper, wie Follikel erkennt. Untersucht man den Bau der Rinde genauer, so ergibt sich leicht, dass die vermeintlichen Follikel keine von einander gesonderten Gebilde sind, wie die Elemente einer *Peyer*'schen Plaque oder einer Tonsille, auch durchaus nicht von einander isolirt und für sich dargestellt werden können, vielmehr einfach die Bedeutung von Abtheilungen der Rindensubsubstanz haben, welche in Lücken eines ziemlich regelmässigen Fachwerkes enthalten sind. Dieses Fachwerk entsteht dadurch, dass von der innern Oberfläche der Hülle eine grosse Zahl dünnerer und dickerer (von 0,004—0,02''' und mehr) Blätter ausgehen, welche so gesetzmässig unter einander sich verbinden, dass ein durch die ganze Rinde sich erstreckendes zartes Fasernetz entsteht, dessen rundlich polygonale Räume, die ich die Alveolen der Lymphdrüsen nennen will, von $\frac{1}{8}$—$\frac{1}{3}$''' messen. Am regelmässigstens sind diese Alveolen beim Menschen in der äussersten Lage der Rinde und sind dieselben hier, wenn auch nicht ganz, was schwer zu entscheiden ist, doch sicherlich dem grössern Theile nach von einander getrennt, wogegen weiter nach innen die *Septa* häufig weniger ausgeprägt und zarter sind, und auch die nach dem Innern zu sich verkleinernden Alveolen nicht mehr so vollständig von einander abschliessen, so dass die Rindensubstanz hier ein eher gleichartiges Ansehen gewinnt.

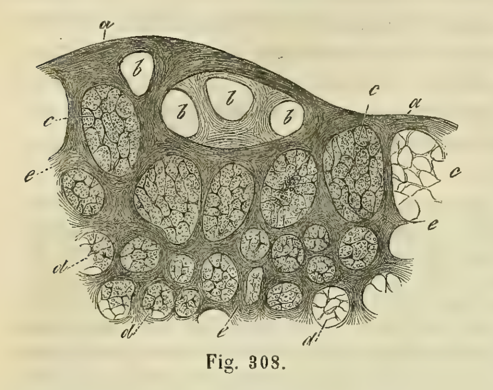


Fig. 308.

Dem Bau nach besteht die Rinde in den Scheidewänden einem Theile nach aus gewöhnlichem faserigem Bindegewebe mit einzelnen wenigen feinen elastischen Elementen; ausserdem finden sich aber auch viele Gebilde, die ich für nichts anderes als junges Bindegewebe halten kann, obschon dieselben den Bindegewebskörperchen von *Virchow* sehr ähnlich sehen. Es sind dies zarte spindelförmige Fasern von 0,02''' Länge im Mittel, mit schmalen Zellenkörpern, feinen Ausläufern und kleinen kurzem länglichem Kern, ferner ähnliche Gebilde mit 3 Ausläufern, welche alle gegen Alkalien und Essigsäure mehr wie Bindegewebe sich verhalten und nichts von der Resistenz der Saftzellen zeigen. In den Scheidewänden liegen diese Faserelemente nicht zerstreut, sondern mehr in grössern Massen beisammen, und bilden nicht selten die zarteren Balken für sich allein, auch hängen dieselben, wie sich beim Zerzupfen ausgewaschener Schnitte von Rindensubstanz hie und da deutlich zeigt, nicht selten durch ihre Ausläufer zusammen und reihen sich so als eine

Fig. 308. Segment aus der Rindensubstanz einer menschlichen Inguinaldrüse, 80mal vergr. *a.* Hülle der Drüse, *b.* vier oberflächliche *Vasa inferentia*, *c.* grössere Alveolen der Oberfläche der Rinde mit dem feinen Maschenwerk im Innern und zum Theil mit Inhalt, *d.* kleinere weiter nach innen gelegene Lacunen, *c.* Scheidewände der Alveolen.

besondere Modification dem von mir sogenannten netzförmigen Bindegewebe an.

Der Inhalt der Alveolen der Rindensubstanz ist eine grauweisse Pulpe von alkalischer Reaction, die mit derjenigen der Follikel der Tonsillen ganz übereinzustimmen scheint. In der That ergibt auch die feinere Untersuchung, wie die Mikroskopiker einstimmig melden, auf den ersten Blick nichts als eine gewisse Menge von Flüssigkeit und viele geformte Elemente. Geht man jedoch näher auf diese Pulpa ein, so ergiebt sich, wie ich zuerst in der ersten Ausgabe dieses Werkes (p. 562) mittheilte, dass dieselbe auch von einem reichlichen Capillarnetz durchzogen ist, so dass es den Anschein gewinnt, als ob hier ein ähnlicher Bau vorliege, wie er durch *Ernst* und *Frei* und mich von den *Peyer*'schen Follikeln und Milzbläschen bekannt ist. Ich finde jedoch bei fortgesetzten Studien über die Lymphdrüsen, dass, wie auch *Donders* angibt, die Zusammensetzung des Inhalts ihrer Alveolen eine ganz eigenthümliche ist. Dasjenige nämlich, was man bisher für einfache, von einer zusammenhängenden Masse von Zellen und Kernen erfüllte Höhlungen hielt, ist nichts weniger als dieses, vielmehr wird jede Alveole von einer sehr grossen Zahl meist sehr zarter Bälkchen, Fäserchen und Blättchen durchzogen, welche, indem sie vielfach unter einander anastomosiren, ein zierliches Schwammgewebe bilden, das noch am meisten, natürlich im Kleinen, an dasjenige der Milz erinnert. Der mikroskopische Bau dieses Schwammgewebes ist ein höchst zierlicher und beim Erwachsenen sonst nirgends von mir beobachteter. Derselbe besteht nämlich ausser den Gefässen des Inhalts der Alveolen, die von den grössern Balken getragen werden, ganz und gar aus den schon vorhin geschilderten spindel- und sternförmigen Faserzellen, welche, wo das Schwammgewebe am zartesten ist, einfach mit einander anastomosiren, oder im entgegengesetzten Falle durch Nebeneinanderlagerung die stärkern Bälkchen erzeugen.

In den von allen Seiten mit einander zusammenhängenden Maschen des genannten zarten Schwammgewebes nun ist der Saft enthalten, den man aus der Rinde einer Lymphdrüse mit Leichtigkeit gewinnt. Ich deute denselben mit seinen allbekannten mikroskopischen Elementen, rundlichen Zellen von 0,003—0,004‴, seltener von 0,005—0,007‴, die mit denen des Chylus und der Lymphe ganz übereinstimmen, in Folge meiner neuern Beobachtungen nicht mehr als ein selbständiges stationäres Drüsenelement, wie ich es noch in der 1. Aufl. ds. Werkes ausgesprochen hatte, sondern einfach als Chylus oder Lymphe, welche beständig nach den *Vasa efferentia* zu abgeführt wird, eine Auffassung, die weiter unten noch ausführlicher besprochen werden wird.

Die Marksubstanz der Lymphdrüsen ist eine bei den äussern Drüsen weissliche, bei den innern mehr grauröthliche Substanz, welche das Innere der Drüsen einnimmt und am *Hilus*, je nach dessen Ausdehnung mehr oder weniger zu Tage tritt. Dieselbe zeigt beim Menschen von dem alveolären Bau der Rinde, gegen die sie mehr oder weniger scharf sich abgrenzt, keine Spur und besteht neben den gröbern Ramificationen der Blutgefässe aus einem dichten Lymphgefässplexus, der mit den *Vasa efferentia* der Drüsen im

nächsten Zusammenhange steht. Beiderlei Gefässe werden von einem ziemlich reichlichen *Stroma* von eher derbem Bindegewebe ohne elastische Elemente getragen, in welches in den grössern Drüsen der äussern Regionen fast ohne Ausnahme grössere oder kleinere Nester von Fettzellen eingesprengt sind.

Der schwierigste Theil der Anatomie der Lymphdrüsen ist die Ermittelung des Verhaltens der Lymphgefässe in denselben und stehen sich immer noch die zwei alten Ansichten von *Malpighi* und *Hewson* gegenüber, von denen der erstere die Drüsen aus anastomosirenden grossen Hohlräumen (Zellen der Autoren) bestehen lässt, der letztere dagegen aus wirklichen Lymphgefässplexus. Was mich betrifft, so finde ich, was noch von Niemand angegeben wurde, eine grosse Verschiedenheit im Verhalten der Lymphgefässe in der Rinde und des Markes der Lymphdrüsen. Was die ersteren anlangt, so sieht man leicht, wie die zuführenden Gefässe *(Vasa lymph. afferentia)*, an einer Drüse angelangt, mehrfach sich theilen, die Hülle des Organs durchbohren und mit noch feinern, mehr rechtwinklig, auch wohl strahlig auseinandergehenden Zweigelchen die äussersten Alveolen der Rinde umziehen und in die dieselben begrenzenden Bindegewebssepta sich einsenken, dagegen hält es äusserst schwer, dieselben in ihrem weitern Verlaufe in der Tiefe zu verfolgen. Nach wiederholter anhaltender Beschäftigung mit diesen Organen kann ich nicht anders, als wie schon früher (1. Aufl. d. W. pg. 563), mich dahin aussprechen, dass, wie in neuerer Zeit *Ludwig* und *Noll* angaben, die feinsten Zweige der *Vasa inferentia* in die Alveolen der Rinde sich öffnen, indem bei gelungenen Injectionen von den genannten Gefässen aus zuerst die Alveolen und dann erst die Gefässe des Markes und die *Vasa efferentia* sich füllen; allein ich muss nun, gestützt auf die weiter gediehene Kenntniss des Inhalts der Alveolen, diese Annahme dahin vervollständigen, dass das Innere der Alveolen nicht als ein einfacher grosser, von der Lymphe durchzogener Hohlraum, sondern, wenn man es sagen darf, als ein *Corpus cavernosum lymphaticum* aufzufassen ist. Ueber die Art und Weise des Zusammenhanges der feinsten *Vasa inferentia* und des Schwammgewebes der Alveolen habe ich mir noch keine mikroskopischen Anschauungen zu verschaffen vermocht, doch glaube ich nicht, dass hierin ein triftiger Grund gefunden werden kann, von der auf so viele andere Thatsachen sich stützenden Annahme, dass die *Vasa inferentia* in das Maschengewebe der Alveolen sich öffnen, abzugehen. Hat doch auch bei den *Corpora cavernosa* der Geschlechtsorgane noch Niemand den Zusammenhang der Arterien und der Venenräume direct zu beobachten vermocht, und doch ist hier das Gewebe bei weitem nicht so zart und alle Verhältnisse viel grossartiger ausgeprägt, als in den Lymphdrüsen! Das einzige, was ich von diesen aussagen kann, ist, dass die feinsten Aeste der *Vasa inferentia*, die bei der mikroskopischen Untersuchung der Rinde nicht gerade selten einem zu Gesichte kommen, und durch die sie erfüllenden farblosen Zellen leicht von den Blutgefässen zu unterscheiden sind, als 0,008—0,01‴ breite Gefässe von dem Bau der stärkern Capillaren des Blutgefässsystems sich ergeben, ferner, dass die Alveolen ganz bestimmt keine Lymphgefässe enthalten, endlich, dass die so zahlreich in ihnen enthaltenen Zellen und Kerne zweifellos frei in ihrem Maschengewebe liegen. Nimmt man

hierzu die Resultate der Injectionen, so wird es sich, glaube ich, wohl rechtfertigen, wenn ich annehme, dass beim Menschen die *Vasa inferentia*, nachdem sie bis zu der angegebenen Grösse sich verfeinert haben, frei in das Schwammgewebe der Alveolen sich öffnen, welches, da von einer Epithelialauskleidung seiner Maschenräume nichts sich findet, als ein ächtes Lacunensystem anzusehen ist.

Mit Bezug auf das Verhältniss des Maschengewebes der Rinde zu den einführenden Lymphgefässen muss ich noch bemerken, dass, nach Allem zu schliessen, die äussersten am schärfsten begrenzten Alveolen weniger häufig und nicht so direct mit den *Vasa inferentia* im Zusammenhange stehen, als die mehr nach innen gelegenen Theile des Markes. Wenigstens sieht man an den Mesenterialdrüsen zur Zeit der Resorption, während alle einführenden Gefässe einen milchweissen Saft führen, bei Menschen und bei Thieren die äussersten Alveolen nicht milchweiss, sondern von gewöhnlicher grauer Farbe, während die innern Theile häufig durch und durch weisslich sind. Von diesem Verhalten gibt es jedoch, wie neuere Erfahrungen mich lehren, Ausnahmen, und habe ich beim Menschen zwei Fälle gesehen, in denen viele Mesenterialdrüsen auch an der Oberfläche auf grössern und kleinern Stellen ganz gleichmässig milchweiss gefärbt waren. Nimmt man hinzu, dass bei Injectionen der *Vasa inferentia* auch die äussersten Alveolen sich füllen, so wird man nicht umhin können anzunehmen, dass auch sie mit den fraglichen Gefässen in Communication sind.

Verhältnissmässig leicht ist die Verfolgung der Lymphgefässe in der Marksubstanz. Schon das blosse Auge erkennt in dieser auf Durchschnitten, ausser den Blutgefässen, ein schwammiges Gewebe, aus dem an einer frischen Drüse bei leichtem Druck, je nachdem die Drüse Chylus oder Lymphe enthält, eine milchige oder seröse Feuchtigkeit in feinen Tropfen hervorquillt, und Injectionen, namentlich von den *Vasa efferentia* aus, und die mikroskopische Untersuchung von feinen Schnitten dieser Substanz lehren aufs Bestimmteste, dass dieselbe einem guten Theile nach aus einem dichten Plexus gröberer und feinerer Lymphgefässe besteht, der, wenigstens durch die Zahl der Anastomosen, an die *Corpora cavernosa* erinnert. Dadurch unterscheidet sich jedoch dieses Schwammgewebe sehr wesentlich von denen der Geschlechtsorgane, dass die dasselbe zusammensetzenden Lymphgefässe alle mit besondern Häuten ausgestattet und auch von dem sie tragenden bindegewebigen *Stroma* wenigstens theilweise zu isoliren sind. Das genauere Verhalten der Lymphgefässplexus des Marksubstanz ist dieses. Von den innern Theilen der Rinde überall



Fig. 309.

Fig. 309. Querschnitt aus einer Mesenterialdrüse des Ochsen, 8mal vergr. *a. Hilus* der Drüse, *b*, Marksubstanz mit feinen Lymphgefässnetzen, *c*. Rindensubstanz mit undeutlichen Alveolen, *d*. Hülle des Organes.

in grosser Zahl hervortauchende feine Lymphgefässe setzen sich, so wie sie in das Mark getreten sind, durch zahlreiche Anastomosen in Verbindung, werden, indem sie gegen die Mitte und zugleich gegen den *Hilus* der Drüse zustreben, allmählich weiter und führen, indem sie nach und nach zusammenfliessen, zu dem ein- oder mehrfachen weiten *Vas lymphaticum efferens.* Dieses Gefäss verhält sich mithin durchaus nicht in derselben Weise zum Drüsenparenchym, wie die *Vasa afferentia*, wie bisher allgemein angenommen wurde, vielmehr hat dasselbe mit der Rindensubstanz nichts zu thun und tritt auch in allen grössern Drüsen mit gut ausgebildetem *Hilus* direct aus demselben hervor, ohne nur mit Rindensubstanz in Berührung zu kommen. Der Verlauf der Chylusgefässe in einer Lymphdrüse ist mithin der, dass die *Vasa afferentia* meist von vielen den peripherischen Theilen zugewendeten Punkten her an die convexe Seite der Drüse treten und in der Rinde in das Lacunensystem der Alveolen einmünden, welche Lacunen als ihre Fortsetzungen anzusehen sind, dann neuerdings mit Wänden versehen, aus diesem in die Marksubstanz treten und hier einen reichen Plexus erzeugen, aus welchem schliesslich ein oder wenige *Vasa efferentia* auftauchen, die durch den *Hilus* direct die Drüse verlassen. — Bezüglich auf den Bau und die Weite der Gefässe der Marksubstanz ist noch zu bemerken, dass dieselben alle ein Epithel von länglichen Zellen besitzen und ausserdem sehr deutlich eine aus Bindegewebe mit eingestreuten Kernen (oder Saftzellen?) bestehende *Intima* und eine aus evidenten, glatten, wie es scheint ausschliesslich quer verlaufenden Muskeln zusammengesetzte *Media* erkennen lassen. Auf mikroskopischen Schnitten unterscheiden sich diese Gefässe, deren *Adventitia* durch das bindegewebige *Stroma* der Marksubstanz ersetzt wird, sehr leicht von den Arterien des Markes durch den Mangel der elastischen Innenhaut und die geringere Entwickelung der Muskulatur, ebenso von den Venen, die bis zu feinen Zweigelchen herab durch eine reichliche Beimengung von feinen elastischen Fäserchen sich auszeichnen, welche auch den grossen Lymphgefässen des Markes gänzlich abgehen. — Die Weite der Lymphgefässe des Markes geht von $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}'''$ dicht am Ursprunge der *Vasa efferentia* bis zu $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$, selbst $\frac{1}{50}'''$ welche geringe Grössen gegen die Rinde zu gefunden werden.

Die Arterien der Lymphdrüsen sind meist mehrfach. Die grösste tritt immer durch den *Hilus* in das Innere der Drüse ein und zu ihr gesellen sich häufig noch andere, die für sich oder mit kleinern *Vasa efferentia* an anderen nicht selten ebenfalls hilusartig vertieften Stellen ins Mark sich begeben. In diesem findet die gröbere Vertheilung dieser Gefässe in der Art statt, dass alle unmittelbaren Ausläufer derselben gegen die verschiedenen Gegenden der Rinde zu streben, während durch einzelne spärliche Nebenzweige ein sehr armes Capillarnetz um die Lymphgefässe gebildet wird. Die eigentliche Endverzweigung der Arterien findet sich jedoch in der Rinde, in welcher die aus dem Marke eingetretenen Gefässchen zuerst noch in den bindegewebigen Scheidewänden der Alveolen verlaufen, und dann, in diese übergetreten, ein reiches Capillarnetz mit verhältnissmässig weiten Maschen in dem in denselben enthaltenen zarten Balkennetz erzeugen, an welchem, wenigstens an grossen Drüsen, auch noch zahlreiche kleine direct von aussen in die Rinde getretene

Arterien sich betheiligen. Die Venen verhalten sich im Ganzen wie die Arterien, nur sind die Stämme derselben minder zahlreich und beschränken sich häufig auf ein aus dem *Hilus* auftauchendes grösseres einziges Gefäss. Auffallend ist die Weite dieser Vene, die den entsprechenden Arterienstamm meist um das Doppelte übertrifft.

Die Lymphdrüsen besitzen, wie ich finde, wenigstens die grösseren, constant einige feine Nerven mit feinen Primitivfasern, welche mit den Arterien eindringen und im Mark dem Blicke sich entziehen. Die von *Schaffner* (Zeitschr. f. rat. Med. VII. 177) erwähnten Ganglien in den Lymphdrüsen habe ich noch nicht gesehen und ist auch die Beschreibung dieses Autors nicht der Art, dass sie viel Zutrauen erweckt.

Fassen wir zum Schlusse alle anatomischen Verhältnisse der Lymphdrüsen zusammen, so ergibt sich, dass dieselben auf jeden Fall nicht einfach einem, wenn auch noch so reichen Plexus von Lymphgefässen gleichzusetzen sind. Schon die scharfe Umgrenzung dieser Organe, ihre besondere Umhüllung und das sie reichlich durchziehende *Stroma* von Bindegewebe sammt den zahlreichen Blutgefässen würden dem Ganzen Anspruch auf eine besondere Stellung geben, auch wenn die Lymphgefässe im Innern einfach nach Art eines bipolaren Wundernetzes mit einander sich verbänden. Da nun aber diese, wenn auch im Marke der Drüsen nach Art eines gewöhnlichen Plexus angeordnet, doch in der Rindensubstanz in ganz eigenthümlicher Weise sich verhalten, wie sie bei den complicirtesten, frei auftretenden Gefässknäueln nirgends gefunden wird, so ist es sicherlich gerechtfertigt, die Lymphdrüsen nicht als Lymphgefässplexus, sondern als Organe *sui generis* zu betrachten. Das Eigenthümliche der Rindensubstanz beruht darauf, dass einmal hier die Lymphgefässe ihre besondern Wandungen verlieren und durch ein System von allseitig communicirenden Lacunen ersetzt werden, und zweitens, dass das diese Lacunen bildende Faser- und Balkengewebe von reichlichen Blutcapillaren durchzogen ist. Mit andern Worten ausgedrückt fliesst die Lymphe oder der Chylus in den Alveolen der Rindensubstanz frei durch ein von Blutgefässen und dem sie tragenden Bindegewebe gebildetes Maschenwerk, und kommen hierdurch Chylus und Blut in eine viel innigere Wechselwirkung als sonst wo, so dass die Blutgefässe Stoffe an den Chylus abgeben und wiederum Substanzen aus demselben aufnehmen können. Da nun auch, wegen der in dem Maschenlabyrinth der Rinde nothwendig sehr verlangsamten Bewegung des Chylus, auch die aus den Blutgefässen ausgeschiedenen Substanzen schon innerhalb der Rinde weiter werden verarbeitet werden können, lässt sich, wie mir scheint, auch der Name „drüsig" für diese Structurverhältnisse vollkommen rechtfertigen und kann die Bezeichnung der Organe als Lymphdrüsen beibehalten werden.

Eine kritische Beleuchtung der neuern Angaben von *Ludwig*, *Noll*, *Gerlach*, *Brücke*, *Donders* über den Bau der Lymphdrüsen findet sich in m. Mikr. Anat. II. 2. p. 539—544.

Ueber die physiologischen Verhältnisse der Lymphdrüsen füge ich noch folgendes bei. Wie die sogenannten Blutgefässdrüsen gehören auch die Lymphdrüsen zu den Organen, über welche viel hin und her gesprochen wurde, ohne dass irgend etwas

Erhebliches dabei herauskam, so dass man fast Bedenken trägt, den vielen vorhandenen Meinungen noch eine beizufügen. Es ist jedoch zu bemerken, dass bis vor Kurzem die feinere Anatomie dieser Drüsen gänzlich unbekannt war, so dass, bei der geringen Zahl der eigentlich physiologischen Anhaltspunkte, auf Thatsachen gestützte Hypothesen über die Function derselben gar nicht zu geben waren. Jetzt, wo die Untersuchungen von *Ludwig* und *Noll*, von mir, von *Brücke* und *Donders* ein, wie man wohl sagen darf, befriedigendes Licht auf die Structurverhältnisse der fraglichen Organe geworfen haben, möchte es dagegen wohl erlaubt sein, auch auf die Physiologie derselben einzugehen, und erlaube ich mir im Folgenden die wichtigsten Punkte in Kürze darzulegen. Als Hauptfunction der Drüsen ist meiner Ueberzeugung nach die zu bezeichnen, dass in denselben die grosse Mehrzahl der Chyluskörperchen und Lymphkörperchen gebildet wird. Es ist eine längst bekannte Thatsache, dass der Chylus jenseits der Drüsen gegen den *Ductus thoracicus* zu reicher an zelligen Elementen ist als diesseits, und hat man daher schon an mehrfachen Seiten vermuthet, dass die Drüsen hierbei von Einfluss sind, allein Niemand hatte es gewagt, dieses Moment ausdrücklicher zu betonen, weil es unmöglich war, über das wie und wo nähern Aufschluss zu geben. Erst als in den neuesten Jahren *Virchow* mit seinen ausgezeichneten Arbeiten über die Leukämie hervortrat und gestützt auf die Fälle, in denen bei einfacher Hypertrophie der Lymphdrüsen eine ungemeine Vermehrung der farblosen Elemente des Blutes sich vorfand, den Satz aussprach (Arch. I. p. 571), dass durch dieselben die Bedeutung der Lymphdrüsen für die Hämatose erhärtet sei, erfreute sich diese Anschauung eines grössern Beifalls und wurde von verschiedenen Seiten (*Bennet* u. A.) weiter ausgesponnen und verwerthet. Allein immer fehlten noch die Nachweise für die normalen Verhältnisse, so dass *Virchow's* wenn auch noch so einleuchtende Hypothese in der Physiologie keinen ganz festen Boden zu fassen vermochte. Jetzt sind diese gegeben und haben, gestützt auf dieselben, *Brücke*, *Donders* und ich selbst, nun übereinstimmend in dem Sinne uns ausgesprochen, dass die Elemente der Lymphdrüsen in den Chylus und die Lymphe übergehen Mit Zugrundelegung der in diesem Paragraphen auseinandergesetzten anatomischen Thatsachen bin ich der Ansicht, dass das Gewebe der Rindensubstanz als die eigentliche Bildungsstätte der Lymphkörperchen zu betrachten ist, ohne damit behaupten zu wollen, dass nicht auch noch im Marke solche Vorgänge sich finden. In den Alveolen der Rinde kommt, vermöge der anatomischen Verhältnisse, die einströmende Lymphe mit den zahlreichen Blutgefässen derselben in die innigste Berührung. Da der Druck, unter dem das Blut steht, auf jeden Fall viel bedeutender ist, als derjenige, welcher auf der Lymphe lastet, so werden hier viele Blutbestandtheile in die Lymphräume austreten und mit der Lymphe sich vermengen, so dass, da zugleich auch die Lymphe in diesem Lacunensystem nur sehr langsam sich bewegt, alle Gelegenheit zur Bildung von Zellen gegeben ist. Bei diesem Vorgange spielt offenbar die Ausschwitzung aus den Blutgefässen eine viel wichtigere Rolle, als die langsame Bewegung des Saftes selbst, und bin ich der Ansicht, dass, wenn die erstere wegfiele, die Vermehrung der Lymphkörperchen in den Drüsen keine bedeutende Entwickelung zeigen würde. Wenn man nämlich berücksichtigt, dass die Lymphe aus Gefässen, welche noch nicht durch Drüsen gegangen, immer sehr arm an Körperchen erscheint, mag dieselbe einen kurzen oder einen langen Weg zurückgelegt haben, dass ferner die Lymphe derjenigen Wirbelthiere, welche keine oder nur vereinzelte Lymphdrüsen haben, sehr arm an Zellen ist, so kommt man zu der Ueberzeugung, dass die Lymphe an und für sich sehr wenig organisationsfähig ist, auch wenn sie einen noch so weiten Weg zurücklegt, und dass die Bildung von farblosen Zellen in den Lymphdrüsen hauptsächlich von den austretenden Blutbestandtheilen abhängt. Man kann daher und mit mehr Recht, die Vorgänge in den Lymphdrüsen auch so ausdrücken, dass man sagt, es finde in die Lymphräume derselben aus den Blutgefässen beständig eine Ausschwitzung von Blutbestandtheilen statt, und in Folge dieser eine reichliche Bildung von Zellen, welche die genannten Räume erfüllen. Mit diesen menge sich nun die einfliessende Lymphe mit ihren spärlichen Zellen und nehme, indem sie durch die Rinde in das Mark und die *Vasa efferentia* abfliesse, immer einen Theil der in der erstern gebildeten Zellen mit sich, welcher beständig wieder nacherzeugt werde. Diese Darstellung ist auch aus dem Grunde richti-

ger, weil nicht daran zu denken ist, dass die gesammte Zellenmasse der Alveolen der Rinde mit derselben Geschwindigkeit sich fortbewegt, wie der einfliessende Chylus, indem sonst die *Vasa efferentia* viel mehr Zellen enthalten müssten. Diesem zufolge ist für mich der Inhalt der Alveolen in seiner Bildung von der einfliessenden Lymphe grösstentheils unabhängig und, wenn auch nicht stationär, doch wenigstens nicht so rasch in seinen Verhältnissen wechselnd, wie diese, so dass es auch vom physiologischen Gesichtspunkte aus richtig erscheint, wenn die Lymphdrüsen nicht blos einfach als Lymphgefässplexus aufgefasst werden.

Neben der Bildung von Lymphkörperchen in den Lymphdrüsen kann als physiologisch gewiss von Wichtigkeit auch der Einfluss der Drüsen auf die chemische Zusammensetzung der Lymphe und des Blutes hervorgehoben werden. Der in den Lymphräumen ununterbrochen vor sich gehende Zellenbildungsprocess kann nicht ohne Einfluss auf die durch dieselben hindurchsickernde Lymphe bleiben, und eben so sehr wird die Wechselwirkung zwischen der Lymphe und dem Blute und das Austreten von Blutbestandtheilen ins Auge zu fassen sein. Besässen wir genaue Analysen der Lymphe oder des Chylus vor und nach dem Durchtreten durch die Drüsen bei einem und demselben Geschöpf, so würde sich auch diese Seite der Thätigkeit der Lymphdrüsen ausführlicher besprechen lassen, so aber, da solche Analysen gänzlich fehlen und nur die Angaben über die Lymphe und den Chylus in den Anfängen der Gefässe und im *Ductus thoracicus* zur Benutzung vorliegen, lässt sich kaum mehr sagen, als was allgemein angegeben wird, dass nämlich in den Lymphdrüsen die Lymphe reicher an Fibrin und ärmer an Wasser werde, welches letztere die Blutgefässe, vermöge der grössern Concentration ihres Inhalts, absorbiren, während sie das erstere aus ihrer mehr arteriellen Seite abgeben.

Hiermit wären die Functionen der Lymphdrüsen bezeichnet, in so weit als es nach den vorliegenden Thatsachen möglich ist, nämlich ihre Betheiligung an der Bildung der farblosen Blutzellen und ihre Beziehung zur chemischen Zusammensetzung des Chylus, d. h. die durch sie geschehende Resorption von Wasser aus dem Chylus und die Beimengung stickstoffhaltiger Substanzen an denselben. Sind die Lymphdrüsen, wie es den Anschein hat, die vorzüglichsten Bildungsstätten der Lymphzellen, so treten dieselben offenbar in die Reihe der wichtigsten Organe für die Hämatose und das vegetative Leben überhaupt, indem die Lymphkörperchen auf jeden Fall einem Theile nach zu rothen Blutzellen werden und, auch wenn sie als farblose Körperchen im Blute verharren, für dasselbe nicht ohne Einfluss sein können. Es gewinnt so die von *Virchow* einst in einer Sitzung d. Würzb. m. Ges. (Verhandl. III, p. 102) ausgesprochene Vermuthung an Bedeutung, dass die Lymphdrüsen und die Art ihrer Thätigkeit auf die Krankheiten des Blutes von viel grösserem Einflusse seien, als man bisher angenommen, und dass wahrscheinlich die Ursache mancher hereditären Krankheit in diesen Organen zu suchen sei.

Zur richtigen Würdigung der Thätigkeit der Lymphdrüsen mag auch noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass dieselben offenbar auch ein An- und Abschwellen zeigen, ähnlich wie die Milz. Dasselbe kann sowohl von den Blutgefässen als den Lymphgefässen abhängig sein, welche alle mit zahlreichen contractilen Elementen versehen sind. Welchen Einfluss solche Momente, z. B. eine zeitenweise Verengerung oder Erweiterung der Lymphgefässe im Marke der Drüsen auf die Function derselben haben müsste, ist ersichtlich, doch wäre es voreilig, auf die Besprechung solcher Verhältnisse einzugehen, bevor die Existenz und Modalität derselben gehörig nachgewiesen ist.

Die Lymphdrüsen sind mannigfachen Entartungen unterworfen. Die häufigsten sind Blutergüsse in ihre Alveolen und in Folge derselben Pigmentirungen, die so weit gehen können, dass die Drüsen braunroth, selbst schwarz werden (Bronchialdrüsen), dann Verdickungen ihrer Hülle und der innern *Septa*, Fettablagerungen in ihre Blutgefässe, Hypertrophieen unter gleichmässiger Zunahme aller ihrer Theile, Tuberkulose und Krebs.

4. Vom Blute und der Lymphe.

§. 223.

Alle Theile des Gefässsystems enthalten in ihren Höhlungen einen besondern Saft, der aus einer Flüssigkeit und vielen geformten Theilchen besteht, und nach seiner Farbe, seinem Vorkommen in diesen oder jenen Abschnitten des Gefässsystems und seinen sonstigen Eigenschaften in weisses und rothes Blut, Lymphe oder Chylus einerseits, Blut im engern Sinne andrerseits unterschieden wird. Die Histiologie hat nur die Beschreibung der in diesen Flüssigkeiten befindlichen Formelemente, unter denen die Blut- und Lymphkörperchen bei weitem die wichtigsten sind, zur Aufgabe und überlässt die Schilderung der anderweitigen Verhältnisse derselben der Physiologie.

§. 224.

Die Lymphe und der Chylus bestehen, wie das Blut, aus einem *Plasma*, das ausserhalb der Gefässe gerinnt, und aus geformten Elementen und zwar Elementarkörnchen, Kernen, farblosen Zellen und rothen Blutkörperchen, welche jedoch nicht in allen Theilen dieses Gefässsystems und nicht überall in gleicher Menge zu finden sind. Die Elementarkörnchen sind unmessbar feine Körnchen, die, wie *H. Müller* gezeigt hat, aus Fett und einer Proteinhülle bestehen und im milchweissen Chylus, dessen Farbe sie allein bedingen, in ungeheurer Zahl enthalten sind, während sie in der mehr farblosen Lymphe entweder ganz fehlen, oder nur spärlich und vereinzelt auftreten. Freie Kerne von 0,001—0,002‴ Grösse und mehr homogenem Ansehen, die durch Wasserzusatz oft bläschenartig und körnig erscheinen, und nur in den Anfängen der Chylusgefässe, im Mesenterium und in den *Vasa efferentia* der Mesenterialdrüsen und zwar spärlich, nie im *Ductus thoracicus* gefunden werden, stammen meinen neuern Erfahrungen zufolge, aus geborstenen Zellen und finden sich nie bei Vermeidung von schädlichen Reagentien. Dagegen finden sich die farblosen Zellen, die im Chylus und in der Lymphe vollkommen mit einander übereinstimmen, die Chylus- oder Lymphkörperchen der Autoren, fast überall im Lymphgefässsysteme in bedeutender Menge. Es sind dieselben runde blasse Zellen von der Grösse von 0,0025—0,0055‴, die, in der nativen Flüssigkeit untersucht, homogen oder fein granulirt aussehen und einen meist nur undeutlich durchscheinenden, homogenen, leicht glänzenden



Fig. 310.

Fig. 310. Elemente des Chylus. *a*. Durch partielle Contractionen sternförmig gewordene Lymphkörperchen, *b*. freie Kerne, *c*. ein solcher von einigen Körnchen umgeben, *d*. *e*. kleine Lymphzellen, die einen mit deutlichem Kern, *f*. *g*. grössere Zellen, eine mit sichtbarem Kern, h. eine solche nach Zusatz von wenig Wasser, *i*. von Essigsäure.

runden Kern enthalten, bei Wasserzusatz dagegen im Kern und sonstigen Inhalt durch körnige Niederschläge sich trüben und durch Essigsäure ganz durchsichtig und blass werden und die stark granulirten verkleinerten Kerne ungemein deutlich zeigen, auch wohl bersten und ihren Inhalt entleeren, was namentlich bei den kleinern Zellen auch durch Wasser unter vorherigem Austreten von hellen Eiweisströpfchen häufig geschieht. Sonst rufen diluirte Lösungen, da die Lymphzellen schon kugelrund sind, keine sehr merklichen Formveränderungen hervor, wogegen durch Verdunsten der Flüssigkeit und concentrirte Flüssigkeiten eine bedeutende Verkleinerung und häufig auch ein Zackigwerden derselben verursacht wird. Auf besondere Bewegungsphänomene dieser Zellen, in Folge welcher sie verschiedene zackige Formen bis zum sternförmigen annehmen, hat *Wharton Jones* zuerst aufmerksam gemacht und werden dieselben jetzt ziemlich allgemein, als den lebenden Zellen angehörig, aufgefasst. (S. §. 17).

Grösse, Menge und Form der Lymphkörperchen verhalten sich je nach den Orten etwas verschieden. In den Anfängen der Chylusgefässe, die zu solchen Untersuchungen vor Allem sich eignen, im Mesenterium vor den Lymphdrüsen enthält der Chylus nur wenige, in den kleinsten noch zu erforschenden Mesenterialgefässen häufig selbst gar keine Chyluskörperchen. Wo dieselben da sind, was in den grössern Stämmchen immer der Fall ist, erscheinen sie meist klein, von 0,002—0,003‴, die kleinen Kerne oft eng umgebend. Nachdem der Chylus durch die Mesenterialdrüsen gegangen ist, sind die Zellen zahlreicher und grösser, so dass in den Chylusgefässen an der Wurzel des Gekröses (ebenso in den grössern Lymphstämmen) neben den noch vorhandenen kleinern Zellen auch viele grössere, bis zu 0,0055‴ sich finden. Zugleich tritt hier auch, wenigstens bei Hunden, Katzen und Kaninchen, eine Vermehrung der Lymphkörperchen durch Theilung mehr oder weniger stark hervor, in der Art, dass die grössern Zellen sich verlängern, bis zu 0,006 und 0,008‴ heranwachsen und, wenn ihr Kern sich getheilt hat, durch eine ringförmige mittlere Einschnürung in zwei zerfallen. Im *Ductus thoracicus* fehlt dieser Vorgang meist ganz und sind daher die grössern Zellenformen von 0,004—0,0055‴ hier spärlich. Immerhin findet man, wenigstens bei Thieren, die Zellen in demselben in ihrer grossen Mehrzahl etwas grösser als die Blutzellen, nämlich von 0,0025—0,0035‴, wogegen dieselben beim Menschen, wie wenigstens *Virchow* und ich bei einem Hingerichteten beobachteten, ohne Ausnahme kleiner waren (von 0,002‴ im Mittel). Die ohne Essigsäurezusatz nicht wahrzunehmenden Kerne dieser Lymphkörperchen waren meist einfach und rund, hie und da auch eingekerbt, hufeisen- oder bisquitförmig, sehr selten wirklich mehrfach. Bei Säugethieren sind Zellen mit durch Essigsäure zerfallenden oder von Hause aus eingeschnürten und mehrfachen (3—5fachen) Kernen, abgesehen von den in Theilung begriffenen, sehr selten, doch findet man dieselben hie und da selbst in grösserer Menge.

Rothe Blutkörperchen habe ich im menschlichen Chylus bei sorgfältiger Gewinnung desselben unter normalen Verhältnissen noch nicht gesehen, dagegen finden sich solche bei Thieren fast immer im *Ductus thoracicus* in geringer Menge, eben so manchmal in der Lymphe gewisser Organe, wie

der Milz. Da dieselben nicht die geringsten Spuren einer Entwickelung innerhalb der Lymphgefässe zeigen, so halte ich sie für aus den Blutgefässen übergetretene Elemente, und zwar bin ich, so lange nicht directe Verbindungen der beiderlei Gefässsysteme in den peripherischen Theilen nachgewiesen sind, der Ansicht, dass dieser Uebertritt in Folge von Zerreissungen feinerer Gefässe mehr zufällig sich macht, welche bei dem eigenthümlichen Bau gewisser Organe, wie der Milz und der Lymphdrüsen sehr leicht sich begreifen, und, wie ich bei Froschlarven zeigte, auch direct sich beobachten lassen. — Noch bemerke ich, dass ich nicht selten im Chylus der grössern Gefässe braune runde Körnchenzellen von 0,004—0,005‴ fand, die mit den aus dem Blute zu erwähnenden vollkommen übereinstimmen und wahrscheinlich aus den Lymphdrüsen stammen.

Den hier und in dem §. 222 angegebenen Thatsachen zufolge kann es nicht zweifelhaft erscheinen, dass die Lymphkörperchen vorzüglich aus den Lymphdrüsen stammen, in welchen sie durch eine fortgesetzte Vermehrung der in den Alveolen derselben befindlichen Zellen immer neu sich erzeugen, nach Massgabe dessen, was durch die *Vasa efferentia* abgeführt wird. Für die Zellen in den Anfängen der Gefässe kann man mit *Brücke* annehmen, dass dieselben wenigstens am Darm aus den lymphdrüsenartigen Darmfollikeln (solitäre Follikel und *Peyer*'sche Drüsen) stammen, für welche Auffassung der Umstand spricht, dass, wie ich gefunden, die von den *Peyer*'schen Organen kommenden Chylusgefässe reicher an Zellen sind. Lymphgefässe, die mit Lymphdrüsen nicht zusammenhängen, enthalten nach meinen Erfahrungen entweder gar keine Zellen (Lymphgefässe der Leber des Hundes, der Schwänze der Froschlarven) oder nur wenige solche (Lymphgefässe des Samenstranges der Ochsen, der Milzoberfläche). Für diese Fälle kann man, wenn man keine freie Zellenbildung statuiren will, was, wie wir in dem allgemeinen Theile sahen, nicht mehr angeht, die Epithelzellen der kleineren Gefässe als die Elemente ansehen, die durch normale Vermehrung oder zufällige Ablösung zum Auftreten geformter Theile in der Flüssigkeit Veranlassung geben. Zu dieser Bildung der Lymphkörperchen kommt dann noch die nicht immer vorhandene Vermehrung der Zellen durch Theilung jenseits der Lymphdrüsen. Die Gesammtmenge der Lymphkörperchen, verglichen mit derjenigen der Blutkörperchen, ist nicht nur in den mittlern und kleinern Stämmen besonders der Lymphgefässe sehr unbedeutend, sondern lässt sich selbst beim *Ductus thoracicus* auch nicht von ferne mit derselben in eine Linie stellen, und kann man auch hier ohne Verdünnung des Saftes alle seine Elemente mit grosser Leichtigkeit übersehen. Genauere Zählungen sind jedoch noch nicht gemacht, und lässt sich nur noch angeben, dass auch hier bedeutende Wechsel sich finden, und dass ein milchweisser Chylus durchaus nicht immer auch reich an Körperchen ist.

§. 225.

Vom Blute. Das Blut ist, so lange es in den Adern kreist, eine leicht klebrige Flüssigkeit, an der nur zwei Elemente, die in ihrer Mehrzahl röthlich gefärbten, zum Theil auch farblosen Blutkörperchen, Blutkügelchen,

Blutzellen, *Corpuscula s. globuli s. cellulae sanguinis* und die ungefärbte Blutflüssigkeit, *Liquor s. plasma sanguinis*, unterschieden werden, die jedoch, ausser Circulation gesetzt, durch Festwerden des im Plasma gelösten Fibrins in der Regel vollständig gerinnt und nachher durch Zusammenziehung des geronnenen Bestandtheils in den Blutkuchen, *Placenta,* und das Blutwasser, *Serum sanguinis,* sich scheidet. Jener ist intensiv roth und enthält neben dem Fibrin fast alle gefärbten und die Mehrzahl der farblosen Blutkügelchen und einen Theil der gelöst bleibenden Theile des Plasma, während der andere Theil von diesem sammt einigen farblosen Blutkörperchen das Serum bildet. In gewissen Fällen, beim Menschen besonders in Krankheiten, senken sich vor der Gerinnung des Blutes die gefärbten Kügelchen mehr oder weniger unter das Niveau der Flüssigkeit und dann hat der Kuchen eine oberflächliche farblose oder weissliche Schicht (Entzündungshaut, *Crusta phlogistica)*, die nur aus geronnenem Fibrin und farblosen Blutzellen sammt der sie tränkenden Flüssigkeit besteht.

Die gefärbten oder rothen Blutkügelchen, auch Blutkügelchen schlechthin, die einzigen Träger des rothen Farbstoffes des Blutes, sind kleine kernlose Zellen von der Form abgeplatteter Linsen, die in so ungeheurer Menge im Blute enthalten sind, dass dieselben ohne Verdünnung desselben mit Serum sich nicht leicht genauer untersuchen lassen und so zu sagen für sich allein das Blut zu bilden scheinen. So wichtig es nun auch wäre, das Verhältniss der Blutkügelchen zum Plasma, ihre Zahl und ihr Volumen genau zu kennen, so sind doch bis vor Kurzem alle Untersuchungen an der Schwierigkeit des Gegenstandes gescheitert und können selbst die Angaben von *Schmidt*, wonach in 100 Th. Blut des Mannes 47—54 Th. feuchte Blutkügelchen sich befinden, nur als approximativ bezeichnet werden. Nur Eine Methode kann hier zum Ziele führen, nämlich die directe Zählung der Blutkügelchen in genau bestimmten Quantitäten von Blut und eine möglichst genaue Bestimmung des Volumens der einzelnen Blutkörperchen *(Vierordt)*, allein dieselbe ist bis jetzt auch nur mit Bezug auf den ersten Punkt praktisch durchgeführt worden. *Vierordt*, der verdienstvolle Erfinder dieser Methode, zählte in seinem Blute in 1 Cub. Mm. 5,055,000 Blutzellen, *Welcker*, der dieselbe etwas modificirte, bezeichnet als Mittel 5,000,000 bei Männern, 4,500,000 bei Frauen. Bei letzteren soll die Zahl der Zellen während der Schwangerschaft und nach dem Ausbleiben der Menses noch geringer sein.



Fig. 311.

Die rothen Blutkügelchen in ihren Einzelheiten genauer verfolgt ergeben Folgendes: Ihre Form ist meist die einer biconcaven oder planen kreisrunden Scheibe mit abgerundeten Rändern und daher erscheinen sie dem Beobachter verschieden, je nachdem sie ihre Flächen oder Seiten demselben zuwenden.

Fig. 311. Blutkügelchen des Menschen. *a.* Von der Fläche, *b.* von der Seite, *c.* geldrollenartig vereint, *d.* durch Wasser kugelrund gewordene, *e.* durch solches entfärbte, *f.* durch Verdunsten geschrumpfte Blutkügelchen.

Im ersten Falle sind sie blassgelbe, kreisrunde Körperchen, an denen die fast immer vorhandene leichte centrale Depression je nach der Einstellung des Mikroskopes bald als ein heller mittlerer Fleck, bald wie ein dunkler centraler Körper sich ausnimmt und zur Verwechslung mit einem Kern Veranlassung geben kann, von der Seite gesehen zeigen sie sich dagegen als dunklere stabförmige Gebilde von der Gestalt einer langgezogenen schmalen Ellipse oder eines Bisquits. Der Zusammensetzung nach besteht jedes Blutkügelchen aus einer sehr zarten, aber doch ziemlich festen und zugleich elastischen ungefärbten Zellmembran aus einer dem Faserstoff nahe verwandten Proteinsubstanz und einem gefärbten, beim einzelnen Blutkügelchen gelben, zähen, vorzüglich aus einem Eiweisskörper und Hämatin gebildeten Inhalt, der beim Erwachsenen keine Spur von geformten Theilchen, von Körnern oder einem Zellenkern enthält, und sind dieselben mithin Bläschen, wesshalb auch der Name Blutzellen vorzuziehen ist. Die Elasticität, Weichheit und Nachgiebigkeit ihrer Hülle ist so bedeutend, dass dieselben das Vermögen erhalten, auch Gefässen, die enger sind als ihr Durchmesser, sich anzupassen, und, wenn sie durch Druck unter dem Mikroskop verlängert und abgeplattet oder sonst in ihrer Gestalt alterirt sind, wieder ihre frühere Form anzunehmen. Zu dem erstern sind die Blutkügelchen um so eher befähigt, als ihre Oberfläche vollkommen glatt und schlüpfrig ist, so dass sie leicht an den ebenso beschaffenen Wänden auch der engsten Capillaren dahin gleiten.

Die Grösse der Blutkügelchen ist bei verschiedenen Individuen Veränderungen unterworfen, die in Berücksichtigung der Kleinheit der Körperchen, um die es sich handelt, nicht ganz unerheblich sind. Als allgemeine mittlere Grösse geben die genauesten Untersucher *Harting (Recherch. micrometr.)* nach Messungen frischer Blutkörperchen 0,0033‴ ($^1/_{300}$‴) Breite und 0,00062‴ Dicke, und *Schmidt* in Folge der Bestimmung getrockneter Blutkügelchen 0,0035‴ Breite an, während nach dem erstern die mittlere Breite bei verschiedenen Individuen 0,0028 bis 0,0036‴, nach *Schmidt* 0,0032—0,0035‴ beträgt, mit welchen Zahlen auch die der andern bessern Beobachter im Wesentlichen stimmen. Die von *Harting* bei den einzelnen Individuen gefundenen Differenzen zwischen den Extremen betragen für die Breite 0,0010—0,0017‴, für die Dicke 0,00009—0,0005‴, und die gefundenen Extreme überhaupt 0,0020—0,0040‴ und 0,0005—0,0009‴, und *Schmidt* gibt an, dass in 100 Theilen Blut 95—98 Blutkörperchen von gleicher Grösse sind. — Ueber die Grösse der Blutkügelchen bei einem und demselben Individuum lässt sich wohl im Allgemeinen angeben, dass dieselbe nothwendig in verschiedenen Zeiten verschieden sein, und namentlich mit dem wechselnden Concentrationsgrade des Blutplasma steigen und fallen muss, doch fehlen hierüber fast alle und jede genaueren Untersuchungen. Nur *Harting* gibt an, dass die Blutkörperchen desselben Mannes in einem Zwischenraum von drei Jahren gemessen, dieselbe mittlere Grösse darboten, während dieselben bei dem gleichen Individuum nach einer reichlichen Mahlzeit ein etwas kleineres (um 0,00013‴) Mittel und bedeutendere Extreme gaben. — Ueber die Zahl der Blutkügelchen ist noch zu bemerken, dass aus den bisherigen Mittheilungen über den Gehalt der Blutkügelchen an festen Bestandtheilen, so viel

im Allgemeinen erschlossen werden kann, dass dieselben nach wiederholten Aderlässen, nach längerer Nahrungsentziehung sich an Zahl verringern, ebenso in gewissen Krankheiten, wie bei der Chlorose und Anämie, viel spärlicher gefunden werden als sonst. Hiermit sind jedoch sicherlich die möglichen Schwankungen noch keineswegs erschöpft, und ist wohl kaum zu bezweifeln, dass bei jedem Individuum, je nach dem Zustande der Einnahmen und Ausgaben, die Menge der Blutzellen vielen, selbst täglichen Schwankungen unterliegt, deren genaue Ermittelung noch zu erwarten ist. — Verglichen mit den übrigen Blutbestandtheilen, so sind die Blutkügelchen schwerer als das Serum und das Plasma. In ersterem und in defibrinirtem Blut bilden sie beim Stehen einen rothen Bodensatz, während sie im letztern wegen der raschen Gerinnung desselben in der Regel nicht dazu kommen, unter das Niveau der Flüssigkeit zu treten. Dieses Sichsenken der Blutzellen, das je nach ihrer eignen Dichtigkeit und derjenigen des Fluidums, in dem sie suspendirt sind, langsamer oder rascher eintritt, kann noch befördert werden durch das Aneinanderkleben derselben, das besonders in entzündlichem Blute zu beobachten ist, in dem wegen des raschen Niederfallens der Blutzellen ein Theil des Blutes farblos gerinnt, jedoch auch in ganz gesundem Blut vorkommt und zwar ganz constant in Tröpfchen, die man durch kleine Verletzungen der Haut erhält, häufig auch im Blut von Aderlässen. Die Blutkügelchen legen sich in solchen Fällen mit ihren platten Flächen an einander und bilden wie Säulchen oder Geldrollen, an deren Seiten dann wieder andere solche sich anlegen können, so dass oft ganz complicirte ästige Figuren und selbst Netze entstehen, welche das ganze Gesichtsfeld überziehen (Fig. 311 *c*).

Ausser den farbigen Elementen finden sich im Blut noch eine gewisse Zahl farbloser, und zwar zweierlei Art: Elementarkörnchen fettiger Natur und wirkliche Zellen. Die erstern, die mit denen des Chylus vollkommen übereinstimmen (siehe §. 223), finden sich in sehr wechselnder Zahl, bald sehr spärlich oder gar nicht, bald in grösserer, selbst ungeheurer Menge, so dass sie dem Serum eine weissliche, selbst milchweisse Farbe ertheilen. Nach Allem, was wir wissen, müssen sich dieselben jedesmal, wenn durch den Chylus Fett ins Blut übergeführt wird, finden, also auch bei ganz gewöhnlicher Nahrung 3—6 Stunden und länger nach der Aufnahme derselben, scheinen jedoch in vielen Fällen während der Lungencirculation zu schwinden, indem wenigstens *Nasse* (cf. *Nasse*, *Wagner's* Handw. I. pg. 126) u. A. bei gesunden Leuten im Körperblut dieselben stets vermissten, was ich selbst für mein Blut bestätigen kann. Dagegen scheint bei Pflanzenfressern, bei Gänsen und bei säugenden Thieren das Vorkommen dieser Moleküle constant und bei Schwangern und nach reichlichem Milch- oder Branntweingenuss, ebenso bei Hungernden (in Folge des resorbirten Körperfettes) wenigstens sehr häufig zu sein. — Die farblosen Zellen oder farblosen Blutkörperchen stammen aus dem Chylus und können daher auch Chylus- oder Lymphkörperchen des Blutes heissen. Dieselben sind zum Theil einkernig und stimmen mit den kleinen zelligen Elementen des Chylus vollkommen überein (siehe den vorigen §.), zum Theil mehrkernig und von 0,005‴ mittlerer Grösse, in welchem Falle sie den Eiterkörperchen meist so sehr gleichen, dass es ganz

unmöglich ist, die beiderlei Gebilde von einander zu unterscheiden. Die grösseren Körperchen sind selten so granulirt wie die kleineren, meist ziemlich homogen, oft mit hellem Inhalt, so dass ihre 2 oder 3 rundlichen kleinen Kerne ohne weiteres durchscheinen. Ist dies nicht der Fall, so bringt auf jeden Fall Essigsäure oder Wasser unter Aufhellung des Inhalts, der auch hie und da aus den berstenden Zellen in Tröpfchen austritt, die Kerne deutlich zum Vorschein, wobei dieselben wenigstens durch das erstere Reagens nicht selten noch weiter zerfallen, und in unregelmässig eingekerbte und eingeschnürte Körperchen übergehen, oder selbst in eine grössere Zahl, 4, 5, 6 und mehr kleine Körner sich auflösen und zugleich gelblich sich färben, während die Zellmembranen allmählich vergehen. Die sonstigen Reactionen dieser farblosen Blutkörperchen sind die gewöhnlichen indifferenter Zellen, und was ihre Menge anlangt, so ist dieselbe, den bisherigen Untersuchungen zufolge, ziemlich schwankend. *Moleschott* fand das Verhältniss der farblosen zu den farbigen Zellen im Mittel wie 1 : 335 (2,8 : 1000), *Marfels* wie 1 : 309, *Hirt* im nüchternen Zustande 1 : 1761, nach der Aufnahme von Nahrung 1 : 695—1 : 429, *de Pury* 1 : 290—1 : 500. Unter dem Mittel findet *Moleschott* die Zahl bei Nüchternen, nicht menstruirten Mädchen und Greisen. Dem Mittel entspricht das Blut junger Männer bei eiweissarmer Kost. Ueber demselben steht es bei Männern und Jünglingen nach eiweissreicher Kost (bis zu 3,5 auf 1000), bei Schwangern (3,6), Menstruirten (4,0) und Knaben (4,5). Bei hungernden Thieren, wie auch *Heumann* bei Tauben sah, nehmen dieselben ab und verschwinden nach langem Hungern, wenigstens bei Fröschen, ganz, dagegen fand *de Pury* nach einer dreiwöchentlichen Hungerkur ihre relative Zahl vermehrt. Sehr bemerkenswerth ist ihre nicht nur relative, sondern selbst absolute Vermehrung nach Aderlässen, die bei Pferden, freilich nach colossalen Blutentziehungen (bis zu 50 Pfund), so weit gehen kann, dass die farbigen und farblosen Körperchen gleich zahlreich erscheinen. — Die farblosen Blutkügelchen sind leichter als die farbigen und finden sich daher auch zahlreicher in den obern Schichten von stehendem geschlagenem Blut oder des Blutkuchens. Auch die durch Schlagen enthaltenen Fibringerinnsel enthalten viele farblose Zellen und zeigen dieselben in solchen und vor allem in den durch Pressen des Blutkuchens erhaltenen weisslichen Faserstoffmassen die sonderbarsten künstlich entstandenen verzerrten Formen, so dass sie oft täuschend Bindegewebskörperchen ähnlich sehen. Besitzt geronnenes Blut eine Speckhaut, so enthält dieselbe immer eine grosse Menge solcher Körperchen, vor allem dann, wenn ihre Zahl im Blut durch vorangegangene Aderlässe vermehrt wurde, so dass sie in solchen Fällen selbst die Hälfte der Speckhaut ausmachen können *(Remak, Donders)*. Ihr geringes Senkungsvermögen



Fig. 312.

Fig. 312. Farblose Blutkörperchen oder Lymphkörperchen des Blutes. *a. b.* Kleinere Zellen, wie sie auch im *Ductus thoracicus* sich finden, von der Fläche (*a*) und von der Seite (*b*), *cc.* dieselben mit sichtbarem Kern, *dd.* grössere Zellen mit von Haus aus mehrfachen Kernen, *eee.* dieselben nach Essigsäureeinwirkung mit zerfallendem oder zerfallenem Kern.

wird noch dadurch vermehrt, dass dieselben, obschon mit unebener Oberfläche versehen und zum Aneinanderkleben geneigt, in der Regel doch keine grössern Haufen und nie Geldrollen bilden. In der Leukämie sind die farblosen Blutzellen ungemein vermehrt, selbst so sehr, dass auf 1 solche nur 7—21 farbige kommen *(de Pury)*. In der *Intermittus* sind troz der Vergrösserung der Milz die farblosen Zellen vermindert *(Hirt)*. Durch tonisirende Arzneimittel *(Tinct. myrrhae, Tinct. amara, Eisen, China)* wird nach *Hirt* die Zahl der farblosen Zellen schon in ½ Stunde bedeutend vermehrt.

Verhalten der Blutkörperchen in verschiedenen Blutarten. So sehr empfindlich auch die Blutzellen ausserhalb des Körpers gegen verschiedene Reagentien sind, so constant scheinen sie innerhalb desselben, wenigstens was ihre Form betrifft, sich zu verhalten, so dass nicht nur innerhalb der Grenzen des physiologischen Zustandes keine nennenswerthen und gleichbleibenden Differenzen derselben im Arterien- und Venenblut und in den Blutarten der verschiedenen Organe aufzufinden sind, sondern auch in den verschiedensten Krankheiten keine sichtbaren Alterationen sich ergeben. Und doch ist nicht zu bezweifeln, dass wie die Farbe und chemische Zusammensetzung der Blutzellen, so auch ihre Formen gewissen Schwankungen und Aenderungen unterworfen sind, je nachdem das Blut concentrirter oder diluirter, an diesen oder jenen Salzen und andern Substanzen reicher oder ärmer ist, allein diese Formenwechsel sind so geringfügig, dass es nicht zum Verwundern ist, dass man dieselben noch nicht mit Sicherheit zu erkennen im Stande war. Ich wenigstens muss, wie *Henle*, des Bestimmtesten mich dahin aussprechen, dass alle jene ausgezeichneten Formen, die zackigen Blutkörperchen einerseits und die verkleinerten kugelrunden, gefärbten oder erblassten im kreisenden Blute niemals sich finden. Uebrigens wird es vielleicht noch gelingen, auch geringere Grade der Abplattung und des Aufgequollenseins zu erkennen, nur muss man bei solchen Untersuchungen nie vergessen, wie schnell die Blutkörperchen ihre Formen ändern und nicht einen erst ausserhalb des Organismus entstandenen Zustand für einen natürlichen halten. — Mehr als die Formen scheinen die Mengenverhältnisse der Blutzellen zu variiren. Was die gefärbten anlangt, so sind dieselben im Venenblut etwas zahlreicher als in den Arterien. Unter dem Venenblut steht dasjenige der Lebervenen oben an, das nach *Lehmann* viel mehr Blutzellen enthält, als das Pfortaderblut, und auch das an solchen etwas reichere Blut der Jugularvenen übertrifft. Die farblosen Blutzellen sind, wie ich und *Funke* gefunden haben, im Milzvenenblut in sehr grosser Menge vorhanden und zwar bald mehr als einkernige Zellen, bald als mehrkernige (nach *Hirt* kommt in der *Art. lienalis* 1 farbloses Körperchen auf 2200 rothe, in der *Vena* 1 auf 60), ebenso nach *Lehmann* im Lebervenenblut, in welchem dieselben durch ihre sehr verschiedene Grösse sich auszeichnen, was ich in vielen Fällen, doch lange nicht immer ebenso gesehen habe, jedoch nicht für einen ausschliesslichen Charakter des Lebervenenblutes halten kann, indem ich auch im Pfortaderblut, wie *Lehmann* in einem Falle, dann im Lungenvenenblut dieselbe Menge von farblosen Zellen bei ganz gesunden Thieren fand. Das von *Hirt* für die *Vena portarum* angegebene Verhältniss der Zellen von

1 : 740, während die *Vena hepatica* 1 : 170 zeigten, beweist vorläufig nichts, da die angegebenen Zahlen Mittel aus nur je 3 Beobachtungen mit sehr abweichenden Resultaten sind. Auch sonst sind im Venenblut die farblosen Zellen häufiger, als im Arterienblut *(Remak)*. In der *Cava superior* und *Vena iliaca* des Hundes sah Zimmermann dieselben einkernig, in der *Cava inferior* mehrkernig. — Ueber die eigenthümlichen vielkernigen grossen und die bisquitförmigen zweikernigen farblosen Zellen des Leber- und Milzblutes von jungen Thieren siehe oben §. 171 u. Fig. 9.

Ueber den Einfluss verschiedener Reagentien auf die Blutkügelchen ist schon viel experimentirt worden, jedoch sind die erhaltenen Resultate zum Theil von sehr geringer Bedeutung, und führe ich daher hier, vorzüglich nach eigenen Untersuchungen der Blutkügelchen des Menschen nur dasjenige an, was dazu dienen kann, ihre anatomischen und physiologischen Verhältnisse aufzuklären. Wasser macht die Blutkügelchen zuerst kugelrund und wegen Abnahme des Breitendurchmessers bei Zunahme der Dicke kleiner (von 0,002—0,0024'''), was am schönsten an säulenartig vereinten Körperchen zu beobachten ist. Dann wird meist ohne weitere Veränderung der Grösse und langsam, bald plötzlich und mit einem ruckweisen Aufquellen derselben der Farbstoff und sonstige Inhalt derselben ausgezogen, so dass die Blutflüssigkeit dunkelroth sich färbt, die Körperchen dagegen als farblose und so blasse Bläschen oder Ringe erscheinen, dass sie oft äusserst schwer aufzufinden sind. Doch kann man dieselben durch Zusatz von Jodtinctur, welche dieselben gelblich färbt, oder von Salzen (Kochsalz, Salpeter etc.), von Gallus- und Chromsäure, welche dieselben verkleinern und schärfer contourirt machen, leicht deutlich zur Anschauung bringen und sich so überzeugen, dass Wasser dieselben keineswegs löst oder zerstört. Immer widerstehen einzelne Blutkügelchen dem Einflusse des Wassers länger und sind noch gefärbt, während alle andern schon ihren Farbstoff abgegeben haben, doch ist noch unausgemacht, ob dieselben, wie gewöhnlich angenommen wird, als jüngere Bildungen anzusehen sind oder als ältere. Für das letztere scheint zu sprechen, dass ältere Zellen überhaupt festere Membranen haben als jüngere, und dass auch die Blutkörperchen, wenn sie ausserhalb der Circulation, z. B. in extravasirtem Blut, ihrem Schicksal überlassen bleiben, mit der Zeit immer resistenter werden, doch ist zuzugeben, dass vorläufig weder nach der einen, noch nach der andern Seite der Entscheid gegeben werden kann. Aehnlich wie Wasser, nur meist kräftiger und selbst zerstörend wirken noch viele andere Substanzen, namentlich Säuren und Alkalien, jedoch nicht alle mit derselben Energie. Dem Wasser sehr ähnlich wirken Gallussäure, Holzessig, *Aqua chlorata*, eine wässerige Jodlösung, Schwefeläther, Chloroform. In den erstern drei bleiben die Blutkügelchen als deutliche, blasse Ringe zurück, während sie in Schwefeläther augenblicklich zu den zartesten blassesten Ringen von $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{4}$ der früheren Grösse sich umwandeln, welche in dem zugleich entstehenden feinkörnigen Coagulum nur schwer zu sehen sind, jedoch durch Zusatz von Salzen (Salpeter z. B.) etwas deutlicher werden. Von einer wirklichen Auflösung der Zellen sah ich nichts. Chloroform wirkt ebenso, nur langsamer, und werden die Körperchen zuerst merklich kleiner und glänzend gelb. — Essigsäure von 10% macht die Körperchen augenblicklich ungemein blass, so dass sie kaum mehr wahrzunehmen sind, doch lösen sich dieselben keineswegs auf, sind vielmehr noch nach mehrern Stunden als zarte Ringe zu sehen. Eine 20% Lösung wirkt schon energischer und in *Acid. aceticum glaciale* lösen sich in dem schmierigen und braunen Blut in Zeit von zwei Stunden die Zellen gänzlich auf. — Concentrirte Schwefelsäure macht das Blut schwarzbraun. Die Körperchen sind blass und, obschon noch etwas gefärbt, kaum zu erkennen, weil ihre Contouren ineinander verschwimmen. Durch Zusatz von Salpeter oder Wasser, welches letztere einen besonderen Niederschlag erzeugt, werden dieselben wieder deutlich als kleine mattgelbe runde Körperchen. Nach einigen Stunden Einwirkung der Säure ist alles gelöst. — Concentrirte Salzsäure, die das Blut braun macht und einen weissen Niederschlag erzeugt, verkleinert beim langsamen Zu-

fliessen die meisten Zellen und macht viele im Innern körnig, erzeugt auch an einigen Risse, so dass der Inhalt in Gestalt eines blassen Streifens, der wie ein Stiel des Körperchens sich ausnimmt, heraustritt, dann erblassen alle, so dass man sie ohne Zusätze von Salzen kaum mehr sieht. Nach einigen Stunden sind viele derselben gelöst, doch widerstehen einzelne länger. — Salpetersäure färbt concentrirt das Blut olivenbraun, die Körperchen grünlich. Letztere sind runzelig, aber nicht kleiner, und zum Theil in dem sich bildenden Coagulum eingeschlossen, zum Theil frei und über demselben gelegen. Von einer Auflösung ist nach mehreren Stunden noch nichts wahrzunehmen, doch tritt dieselbe nach einem Tage ein. Von Alkalien wirkt Kali am stärksten. Eine 10% Lösung macht das Blut schwarz und löst die kugelrund und kleiner werdenden Blutzellen alle auf der Stelle auf. Aehnlich verhält sich auch eine Lösung von 20%, nur bleiben einzelne Zellen noch einige Zeit als blasse Ringe zurück, wogegen eine concentrirte Solution von 2 Theilen Kali auf 1 Theil Wasser die Körperchen nicht angreift, ausser dass sie dieselben ungemein verkleinert, wobei sie entweder kugelrund bleiben oder zackig und faltig werden. Das Blut als Ganzes erhält durch diese Solution ein Coagulum und anfänglich eine ziegelrothe, dann eine hell braunrothe Farbe Durch nachherigen Wasserzusatz vergrössern sich die Blutkügelchen wie sonst in keinem Reagens bis zu 0,006‴, indem sie meist platt bleiben und vergehen dann wie in diluirten Kalilösungen. *Natron causticum* und *Ammonium caust.* von 10% verhalten sich wie die entsprechende Kalilösung, nur ist die Wirkung etwas schwächer, dagegen wirkt *Natron caust. concentr.* (1½ Theil auf 1 Theil Wasser) ganz wie *Kali conc.* — Dieselbe Erscheinung der Verkleinerung der Blutzellen, die schon einige der bisher besprochenen Stoffe darboten, zeigt sich nun noch in vielen andern Fällen und lässt sich auf die Entziehung von Substanzen, Wasser vor Allem, aus den Blutzellen zurückführen, indem es immer concentrirte Lösungen sind, die so wirken. Fast immer wird auch in diesen Fällen, weil die Blutkügelchen von mehreren Punkten aus das Licht reflectiren, die Blutfarbe heller, meist ziegelroth, jedoch nicht immer ganz entsprechend dem Schrumpfen der Zellen *(Moleschott)*. Schon die einfache Concentration des Blutplasma durch Verdunsten macht die Blutzellen mehr oder weniger einschrumpfen, wobei sie entweder zu runden, 0,001—0,002″ grossen, dunklen, glänzenden Kügelchen oder zu gezackten sternförmigen Körpern, oder endlich zu verschiedentlich verbogenen und gefalteten Plättchen werden. Ebenso wirken alle concentrirteren Lösungen von Metall- und andern Salzen, wenn sie nicht, wie z. B. Höllenstein, gleich zerstörend eingreifen. Die Reactionen besonders der im Blute befindlichen löslichen Salze haben *Donders* und *Moleschott* verfolgt, doch stimmen die von mir erhaltenen Resultate mit denen dieser Autoren nicht ganz überein. Nach meinen Erfahrungen wirken die Neutralsalze in derselben Weise wie auf die Samenfäden, so dass die Chlorverbindungen und die *Nitrate* den *Sulphaten* und *Phosphaten* vorangehen. So schrumpfen schon in 1%gen Solutionen von Na Cl die Blutzellen stark, während sie in gleich starken Lösungen von Glauber- und Bittersalz wie in Wasser sich verhalten und erst in 10% Lösungen sich zu verkleinern anfangen. Um die Blutzellen unverändert zu erhalten, bedarf es einer ½% Lösung von Kochsalz und einer 5—6% Solution von Glaubersalz. Eigenthümlich ist, dass, wie ich finde, stark concentrirte Salzlösungen die Blutzellen erst schrumpfen, dann aber wieder aufquellen machen und endlich entfärben, bei welchem Vorgange Kochsalz ebenfalls stärker wirkt als die andern Salze. — Aehnlich, wie bei concentrirteren Salzen finde ich auch die Veränderung bei Zusatz von Alkohol, Jodtinctur, Chromsäure und Creosot, von denen die beiden erstern die Blutkügelchen einfach kleiner und runzlig, die letztern auch noch im Innern körnig machen. Besonders ausgezeichnet ist in dieser Beziehung das Creosot, das die Blutkügelchen zum Theil zu ganz dunklen, selbst fettartig glänzenden granulirten und homogenen Körnern und Kugeln umwandelt, zum Theil auch zu sehr schönen, selbst polygonal sich abflachenden hellen Bläschen erblassen macht. — Als sehr wichtig ist endlich noch der Einfluss des Sauerstoffes auf die Blutzellen zu erwähnen, welcher durch Aufnahme in das Innere derselben sowohl im Körper als auch bei ausserhalb desselben angestellten Experimenten ihre hellere, durch Austreten aus denselben ihre dunklere Färbung erzeugt. Dies geschieht ohne die Form derselben zu ändern (*J. Müller* und *Todd-Bowman* gegen *Nasse* und *Harless*), und kann man

Blut viele Male hintereinander abwechselnd mit Kohlensäure und Sauerstoff behandeln, ohne die Blutkörperchen irgendwie zu alteriren (*Magnus*, *Bischoff*, *de l'Espinasse* und *Renemann*, *Moleschott* und *Löwig*, *contra Harless*). Aehnlich wie auf die Blutkörperchen wirkt der Sauerstoff auch auf den isolirten Blutfarbstoff (*Magnus*, *Marchand*), ja selbst auf die rothen Blutkrystalle, und ist jetzt durch die Untersuchungen von *Schönbein* und *His*, nach denen der Inhalt der Blutzellen Sauerstoff in Ozon umzuwandeln scheint, die Hoffnung gegeben, diesen wichtigen Verhältnissen näher zu kommen als es bisher möglich war.

Blutkörperchen der Thiere. Die kernlosen Blutkörperchen der Säugethiere weichen in der Form von denen des Menschen nicht ab, nur die des Kameels und Lama's sind oval und 0,0038''' lang; meist sind dieselben kleiner als beim Menschen, beim Hund 0,0031''', Kaninchen, Ratte 0,0028''', Schwein 0,0027''', Pferd und Rind 0,0025''', Katze 0,0024''', Schaf 0,0022''', am kleinsten (0,00094''') beim Moschusthier, selten grösser (von 0,005''') wie beim Elephanten. Alle niedern Wirbelthiere haben fast ohne Ausnahme ovale kernhaltige Blutkörperchen von der Form von Kürbiskernen. Die der Vögel betragen von 0,004—0,008''' Länge und haben mehr rundliche Kerne, die der Amphibien messen zwischen 0,008—0,025''' Länge, haben runde und ovale Kerne und sind am grössten bei den nackten Amphibien (Frosch 0,011—0,013''' Länge, 0,007—0,008''' Breite, Proteus 0,025''' Länge, 0,016''' Breite, Salamandra 0,02''' Länge), die der Fische endlich haben meist 0,005—0,007''' Länge, nur die der Plagiostomen messen 0,01—0,015''', die von Lepidosiren 0,020''' Länge, 0,012''' Breite. Die von Myxine und Petromyzon sind 0,005''' gross, rund und schwach biconcav. Amphioxus hat keine und Leptocephalus farblose Blutkörperchen. — Die Blutkörperchen der Wirbellosen gleichen den farblosen Zellen des Blutes der höhern Thiere und sind fast immer ungefärbt.

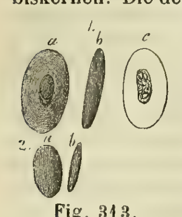


Fig. 313.

Als aussergewöhnliche oder seltenere Bestandtheile des Blutes sind hier noch folgende zu erwähnen: 1) Zellen, welche Blutkörperchen einschliessen, von *Ecker* und mir im Blut der Milz und Lebergefässe und auch sonst im Blute gesehen s. meine Mikr. Anat. II, 2. p. 269 flgde); 2) pigmentirte und farblose Körnchenzellen von mir, *Ecker*, *Meckel*, *Virchow* und *Funke* beobachtet, namentlich bei Wechselfiebern und Milzleiden (l. c.); 3) blasse, feingranulirte rundliche Haufen, im Blut der Milzvene, *Funke*, und im Blute der Milz und Leber bei säugenden Thieren, ich. Im letztern Falle sind es 0,01—0,02''' grosse, nicht scharf umschriebene Massen, deren Körnchen im Wasser bis zu 0,0005—0,0008''' aufquellen. Dieselben vergehen in Kali rasch und in Essigsäure nach und nach, werden dagegen von Aether und Alkohol nicht angegriffen und scheinen dem zufolge vorzüglich aus einem leicht löslichen Eiweisskörper zu bestehen; 4) eigenthümliche concentrische Körper von der 3—4fachen Grösse der farblosen Körperchen, ähnlich denen der Thymus (cf. *Henle*, Zeitschrift f. rat. Path. Bd. VII, p. 44) von *Hassall* in fibrinösen Gerinnseln des Herzens gefunden, 5) geschwänzte blasse oder pigmentirte Zellen (*Virchow* Arch. II.). — Hier sind auch noch zu erwähnen die im Blute unter besondern Verhältnissen sich bildenden Formelemente, die Fibringerinnsel und rothen Krystalle. Erstere erscheinen in Blutcoagulis meist in Gestalt feiner, ungemein dicht verfilzter Fäserchen von unregelmässigem Verlauf, hie und da als stärkere, 0,001—0,003''' breite, mehr gerade und überall gleichbreite Fasern, und sollen auch in Form von Plättchen, ähnlich den Epidermisschüppchen sich finden (Faserstoffschollen, *Nasse*). Von rothen Krystallen, die aus Blut sich bilden, hat man zweierlei zu unterscheiden, erstens solche, die in normalem, frischem Blut von selbst oder ohne weiteres beim Eintrocknen entstehen, und zweitens solche, die in ältern Blutergüssen, in zersetztem Blut oder durch eingreifende chemische Behandlung auftreten. Zu den letztern zählen a) die durch *Virchow's* Untersuchungen so bekannten Haema-

Fig. 313. 1. Blutzellen des Frosches, *a.* von der Fläche, *b.* von der Seite, *c.* durch Wasser entfärbt. 2. Blutzellen der Taube, *a.* von der Fläche, *b.* von der Seite.

toidinkrystalle aus ältern Extravasaten, in Form rhombischer Täfelchen, die durch ihre Unlöslichkeit in Wasser, Alkohol, Aether und Essigsäure sich auszeichnen, so wie dadurch, dass sie durch concentrirte Schwefelsäure ein ähnliches Farbenspiel durchmachen wie der Gallenfarbstoff durch concentrirte Salpetersäure; b) die von *Leydig* (Zeitschr. f. wiss. Zool. I. p. 266) und *Berlin*, in zersetztem Blut aus dem Magen von *Clepsine* (Blut von *Nephelis*) und einer Milbe, *Amblyomma exornatum* (Blut von *Python Schneideri*) beobachteten Krystalle; c) von *Teichmann* aus dem Blut durch Behandlung desselben mit Essigsäure erhaltene rothe, braune und schwarze Krystalle, die er für reines Hämatin hält und Häminkrystalle nennt (Zeitschr. f. rat. Med. Bd. III, 1853, p. 375 u. VIII, p. 141). In neuester Zeit ist das Interesse für diese letztern Krystalle auch noch dadurch gesteigert worden, dass *Brücke* dieselben zur Diagnose von Blutflecken verwendet hat. Ein Blutflecken wird mit destillirtem Wasser ausgezogen, die Flüssigkeit mit einigen Tropfen Kochsalz im *vacuo* über Schwefelsäure eingetrocknet, dann mit Eisessig übergossen und auf dem Wasserbade eingedampft. Mit einigen Tropfen destillirtem Wasser wird dann auf die *Teichmann*'schen Krystalle untersucht. Krystalle von rother Farbe in normalem ganz frischem Blut habe ich im Jahr 1849, (*Todd's Cyclop. of Anat. Juny* 1849 Art. *Spleen, p.* 792, Zeitschr. f. w. Zool. I, p. 266 und Mikr. Anat. II, p. 280) beschrieben und zwar aus dem Blute des Hundes, von Fischen und einem Python, und zwar theils innerhalb der Blutkügelchen, theils frei im Blute, namentlich der Milz und Leber. Namentlich das erste Vorkommen schien mir zu beweisen, dass dieselben schon während des Lebens im Blute vorhanden sind und aus einer dem Hämatin und Hämatoidin (*Virchow*) verwandten Substanz bestehen, doch zeigte ich auch, dass dieselben in Essigsäure, Salpetersäure und kaustischen Alkalien sich lösen, mithin mit dem Hämatoidin nicht identisch sind. Zwei Jahre später fand *Funke*, ohne von meinen Erfahrungen zu wissen, diese Krystalle selbständig im Milzblute des Pferdes, Hundes, des Menschen und der Fische auf, worauf dann *Kunde* (Zeitschr. f. rat. Med. 1852, II, p. 271) ihr allgemeines Vorkommen in jedem Blute nachwies und die interessanten tetraëdrischen und hexagonalen Formen derselben entdeckte. Aus den sorgfältigen Untersuchungen von *Funke* (*De sanguine venae linealis, Lips.* 1851, auch in *Henle's* Zeitschr. N. Folge, Bd. I, p. 172, und Neue Beob. üb. d. Krystalle d. Milzvenen- u. Fischblutes, *ibid.* II, p. 199), geht mit Sicherheit hervor, dass diese Krystalle ausserhalb des Körpers entstehen. *Funke* sprach zugleich die Vermuthung aus, dass diese Krystalle aus dem Globulin der Blutzellen in Verbindung mit Hämatin bestehen, was später von *Lehmann*, dem wir viele schöne Erfahrungen über dieselben verdanken, durch genaue Untersuchungen bestätigt wurde (Phys. Chem. 1853, I, p. 365 und II, p. 151). Zugleich zeigte derselbe auch, dass die von *Reichert* schon im Jahre 1849 in *Müll.* Arch. beschriebenen merkwürdigen rothen Eiweisstetraëder aus den Eihüllen des Meerschweinchens nichts als solche Krystalle gewesen seien. Für Einzelnheiten verweise ich auf die citirten Schriften und auf m. Mikr. Anat. II, 2. p. 585 flgde., und füge ich hier noch kurz Folgendes bei: Die *Haematokrystallin*-Krystalle (*Lehmann*) oder Globulinkrystalle, wie ich sie nenne, bilden sich am leichtesten, wenn man einen mit einem Deckgläschen bedeckten, etwas eingetrockneten Blutstropfen oder das cruorhaltige Sediment geschlagenen Blutes mit Wasser verdünnt langsam verdunsten lässt. Dieselben sind rothe oder farblose Nadeln, Säulen, Tafeln, wahrscheinlich dem rhombischen System angehörend, auch Tetraëder, Octaëder (Meerschweinchen, Ratte, Maus), oder hexagonale Tafeln (Eichhörnchen), und zeichnen sich durch ihre geringe

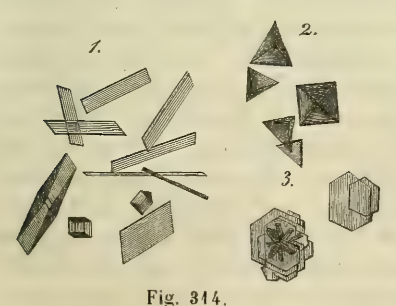


Fig. 314.

Fig. 314. Aus frischem Blut erhaltene Krystalle. 1. Prismatische Krystalle vom Menschen. 2. Tetraëder vom Meerschweinchen. 3. Sechsseitige Tafeln vom Eichhörnchen. Nach *Funke*.

Beständigkeit aus, indem sie an der Luft vergehen, im Wasser leicht löslich sind, ebenso in Essigsäure, Alkalien und Salpetersäure. Durch Alkohol werden die Krystalle unlöslich, doch quellen sie durch Essigsäure um das 3—4fache auf, und gehen beim Auswaschen der Säure auf ihr früheres Volumen zurück (*Reichert's* Krystalle). — Mit Bezug auf die in frischem Blut sich bildenden Krystalle hat *Leydig* in einer mit gewohnter Feinheit geschriebenen Anmerkung mir gegenüber sich dahin ausgesprochen, dass er selbst der erste Entdecker derselben sei (Histol. p. 446) Meine Beobachtungen, im Sommer 1847 in Zürich angestellt, wurden im Herbst 1848 an die Redaction der *Cyclop. of Anat.* gesandt, und erschien das betreffende Heft im Mai 1849, woraus ersichtlich ist, dass sie denen *Leydig's* vorangehen. Abgesehen hiervon habe ich Krystalle in ganz frischem Blut und innerhalb von normalen Blutzellen von Wirbelthieren, *Leydig* solche aus halbverdautem Blut einer Annelide beschrieben, was schon hinreicht, um zu zeigen, dass *Leydig* keinen Grund hat, sich in dieser Angelegenheit besonders zu erheben. —

§. 226.

Physiologische Bemerkungen. Die Entwickelung der Blutgefässe geht bei den Arterien und Venen nach zwei verschiedenen Typen vor sich. Nach dem ersten, der wahrscheinlich bei allen in den Embryonen zuerst sich anlegenden Gefässen und wahrscheinlich auch noch bei manchen spätern, in hervorwachsenden Organen sich entwickelnden, dann beim Herzen realisirt ist, sind die ersten Anlagen solide Zellenstränge von grösserer oder geringerer Stärke, die durch Verflüssigung ihres Innern und Umwandlung ihrer centralen Zellen in Blutkügelchen, Höhlungen bekommen, welche, anfangs noch getrennt, bald zusammenfliessen und eine vollständige Blutbahn bilden. Haben diese Gefässe und das Herz einige Zeit in diesem Zustande von Zellenschläuchen, in welchem das letztere übrigens schon Contractionen vollführt, verharrt, so beginnen die Zellen ihrer Wände, mit Ausnahme der innersten in Fasern sich zu verlängern und die verschiedenen Fasergewebe und Häute derselben darzustellen. Hierbei verdicken sich diese Gefässe zugleich, was vielleicht anfangs weniger auf Rechnung einer selbständigen Vermehrung ihrer Zellen als einer Anlagerung neuerer Zellen aus dem umliegenden Blasteme zu setzen ist, später aber vorzüglich, ja selbt einzig und allein durch Längen- und Dickenzunahme ihrer Elemente zu Wege gebracht wird. Beim andern Typus, der bis jetzt wenig Berücksichtigung gefunden hat, entwickeln sich die grössern Gefässe durch Metamorphose von Capillaren dadurch, dass aussen Zellen an diese sich anlegen, welche nach und nach in die verschiedenen Fasergewebe der Arterien und Venen übergehen. Meinen Erfahrungen zufolge ist dieser Entwickelungsmodus sehr verbreitet und bilden sich nach demselben auf jeden Fall viele der grössern Gefässe, die, nachdem die Organe einmal ihrer ersten Anlage nach gegeben sind, in denselben nachträglich sich entwickeln. Im 5. Fötalmonate sind alle grössern und mittelstarken Gefässe in ihren Häuten und Geweben angelegt und ist es unmöglich von Bildungszellen noch etwas zu sehen, dagegen erscheinen die Gewebe bei weitem noch nicht fertig, vielmehr die Muskelfasern kurz und zart, statt der starken elastischen Fasernetze nur feinere und feinste Fäserchen, und an der Stelle der elastischen Membranen selbst nur Lagen mehr oder weniger verschmolzener, spindelförmiger Zellen. Nur die innere Längsfaserhaut ist schon jetzt in vielen Gefässen als homogene elastische Haut dicht unter dem Epithel

darstellbar, doch fehlt dieselbe in kleineren Gefässen und wird durch eine Lage verlängerter Zellen ersetzt, aus denen sich dieselbe zu bilden scheint. Aehnliche Zellen glaubt man auch beim Erwachsenen noch hie und da in den Gefässen zu sehen, in welchen die elastische Innenhaut eben sich verliert. — Die Muskelfasern des Herzens entstehen wie an andern Orten aus einfachen Zellen, nur dass dieselben hier sternförmig werden und durch Anastomosen sich vereinen was dann zur Bildung der spätern Netze quergestreifter Fasern führt (Fig. 315.)

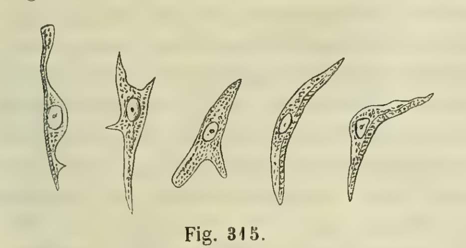


Fig. 315.

Ganz anders als bei den grössern Gefässen ist die Bildungsweise der Capillaren, die, wie *Schwann* und ich gezeigt haben, aus einer Verschmelzung einfacher Zellen hervorgehen. Beim ersten Entstehen dieser Gefässe bilden sich zuerst etwas stärkere Röhrchen dadurch, dass rundlicheckige Zellen in gerader Linie hintereinander sich legen und unter Resorption der Zwischenwände und des Inhalts, nicht aber der Kerne, welche an der ehemaligen Zellmembran, jetzt der Capillarhaut, liegen bleiben, verschmelzen. Dann sprossen aus den Wänden dieser Gefässchen zarte, spitze Ausläufer hervor, welche rasch sich verlängern und mit ähnlichen spitzen Fortsätzen im umliegenden Gewebe zerstreuter sternförmiger Zellen zusammenstossen und mit ihnen verschmelzen. Zugleich vereinen sich die andern Ausläufer dieser Zellen unter einander, so dass bald ein Netz sternförmiger Zellen mit dem oder den schon gebildeten Capillarröhrchen zusammenhängt. Dieses Netz ist aber nie ausgedehnt, denn es gestalten sich immer rasch die von schon gebildeten

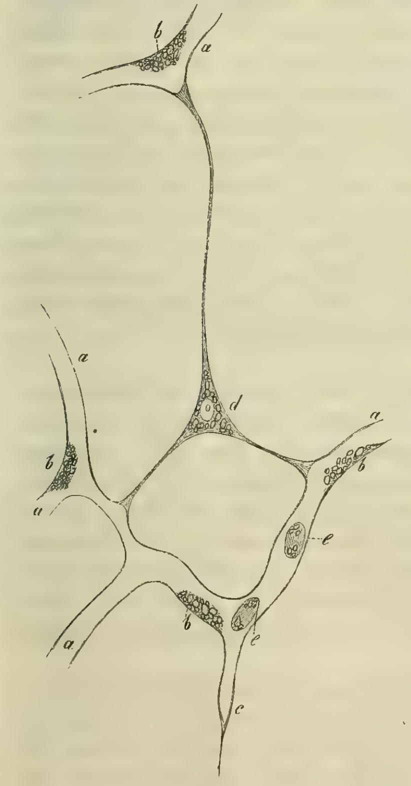


Fig. 316.

Fig. 315. Muskelzellen aus den Herzkammern eines 9 Wochen alten menschlichen Embryo. 350mal vergr.

Fig. 316. Capillaren aus dem Schwanze einer Froschlarve. *a*. Fertige Capillaren, *b*. Zellenkerne und Reste des Inhalts der ursprünglichen Bildungszellen, *c*. blinde Ausläufer eines Gefässes, *d*. sternförmige Bildungszelle durch drei Ausläufer mit drei Fortsätzen schon wegsamer Capillaren verbunden, *e*. Blutkügelchen noch mit einigen Körnern als Inhalt. 350mal vergr.

und blutführenden Capillaren ausgehenden Ausläufer und die mit ihnen verbundenen nahe liegenden Zellen wiederum zu Capillaren, dadurch, dass die zusammenstossenden Ausläufer von ihren Ausgangspunkten aus immer stärker werden und Höhlungen bekommen. So entstehen anfangs immer noch ganz feine Gefässchen, die nur Blutplasma aufnehmen, ächte *Vasa plasmatica s. serosa*, bald aber weiten sich dieselben noch mehr aus, bis endlich auch die Blutkügelchen durchgehen und die Capillaren fertig sind. Da bei diesen Vergrösserungen der Fortsätze der sternförmigen Bildungszellen die Zellenkörper nicht auch entsprechend sich ausweiten, sondern einfach als Knotenpunkte der Gefässe auftreten, so schwindet nach und nach jede Spur des ursprünglichen Zellennetzes und kann man später die Stellen der Zellenkörper nur noch aus der Lage der persistirenden Kerne erschliessen. Sind einmal von den ersten stärkeren Capillaren aus feinere Röhrchen gebildet, so schreitet dann von diesen aus die Vergrösserung der Blutbahn immer weiter, indem stets neue sternförmige Zellen zu Gefässen sich ausweiten, während zugleich durch Anlagerung neuer Zellen für immer neues Gefässmaterial gesorgt wird. Auch zwischen schon wegsamen Capillaren bilden sich häufig noch neue Verbindungen, indem theils Ausläufer derselben direct zusammenstossen, theils auch mit in ihren Maschen gelegenen Bildungszellen sich verbinden, wodurch natürlich das ursprüngliche Netz enger wird. — Diese Bildungsweise gilt nach dem, was ich gesehen habe, für alle Geschöpfe ohne Ausnahme, bei denen Capillaren sich finden, und rühren die von verschiedenen Seiten gegen die Darstellung von *Schwann* und mir erhobenen Einwürfe vorzüglich davon her, dass man geglaubt hat, dass jedes Netz, das bei Embryonen Arterien und Venen verbinde, ein Capillarnetz sei. Dies ist jedoch keineswegs der Fall und spricht es mithin nicht im Geringsten gegen uns, wenn die fälschlich sogenannten Capillaren des Fruchthofes nach dem Typus der grössern Gefässe entstehen.

Die Capillaren des Lymphgefässsystems, die im Schwanze von Batrachierlarven leicht zu verfolgen sind (Fig. 305), nehmen im Wesentlichen genau dieselbe Entwickelung, wie die des Blutgefässsystems (Fig. 316), nur dass hier Anastomosen selten sind und die Bildungsgeschichte mehr auf die Aneinanderreihung spindelförmiger oder mit 3 Haupt-Ausläufern versehener Zellen sich beschränkt. Ueber die grössern Stämme dieses Systems fehlen Beobachtungen, doch ist nicht zu zweifeln, dass auch sie ganz den Blutgefässen folgen. Von den Lymphdrüsen hat neulich *Engel* gehandelt (l. c.) und angegeben, dass dieselben aus Sprossen treibenden und vielfach sich windenden Lymphgefässen hervorgehen.

Die Entwickelung der Blutkörperchen ist beim Embryo in ihren Hauptstadien ziemlich genau gekannt. Die ersten Blutkörperchen sind bei Säugethieren und Wirbelthieren überhaupt kernhaltige, farblose Zellen mit körnigem Inhalt, die mit den Bildungszellen aller Theile junger Embryonen vollkommen identisch sind, und in den anfangs soliden Anlagen des Herzens und der grössern Gefässe, an einigen Orten sehr früh, an andern etwas später dadurch entstehen, dass die centralen Zellen derselben in Folge der Bildung von Flüssigkeit (des ersten Blutplasma) zwischen ihnen von einander

sich lösen. Aus diesen farblosen Zellen entstehen die ersten farbigen Blutkörperchen, indem dieselben ihre Körner verlieren, und, den Kern ausgenommen, mit Hämatin sich erfüllen. Diese farbigen, kernhaltigen ersten Blutzellen, die kugelrund, intensiver gefärbt als Blutkörperchen der Erwachsenen und grösser (bei einem Schafembryo von 3½‴, die meisten 0,005—0,0065‴, die Minderzahl 0,0025—0,0035‴; bei einem menschlichen Embryo von 4‴ nach *Paget* 0,004 — 0,007‴) sind, sonst jedoch in allen Beziehungen wie diese sich verhalten, machen neben ihren farblosen Bildungszellen anfangs die einzigen Elemente des Blutes aus. Bald aber beginnen viele derselben von sich aus durch Theilung sich zu vermehren, indem sie bis zu 0,009‴ langen, 0,004—0,006‴ breiten, elliptischen, zum Theil selbst abgeplatteten und dann den Amphibienblutkörperchen täuschend ähnlichen Zellen heranwachsen, 2, selten 3 oder 4 rundliche Kerne erzeugen und dann durch eine oder mehrere ringförmige Einschnürungen in 2, 3 oder 4 neue Zellen zerfallen. So wie die Leber hervorsprosst, hört diese Vermehrung der Blutzellen in der gesammten Blutmasse und bald auch (bei Schafembryonen von 11‴) jede Spur einer Entwickelung derselben aus den ursprünglichen farblosen Bildungszellen auf, dagegen tritt, wie schon *Reichert* vermuthet und ich direct nachgewiesen habe, eine sehr lebhafte Blutzellenbildung in der Leber auf, deren Grund darin gefunden werden kann, dass nun alles Blut der Nabelvene, welche dem Embryo neue organisationsfähige Stoffe zuführt, statt wie früher in den allgemeinen Kreislauf, zuerst in die Leber strömt. Bei dieser Zellenbildung in den Lebergefässen tritt die Vermehrung der rothen Blutkörperchen von sich aus immer mehr in den Hintergrund; statt derselben erscheinen dann im Blute dieses Organes farblose kernhaltige Zellen von 0,003—0,004‴ mittlerer Grösse, 0,0015—0,006‴ in den Extremen, die dann grösstentheils schon in der Leber, entweder unmittelbar oder nachdem sie in ähnlicher Weise, wie früher die farbigen Körperchen, sich vermehrt haben, durch Bildung von Farbstoff im Zelleninhalte zu farbigen kernhaltigen Blutzellen sich gestalten. Woher diese Zellen stammen, die die ersten eigentlichen farblosen Blutzellen sind, ist noch nicht nachgewiesen, doch vermuthe ich, dass dieselben grösstentheils von der Milz herkommen, da es wenigstens für die zweite Hälfte des Embryonallebens sicher ist, dass das Milzblut viele farblose Zellen in die Leber führt und ich auch in der Milz von alten Embryonen und von einjährigen Geschöpfen die Bildung von rothen kernhaltigen Zellen beobachtet habe. Ausserdem ist auch noch eine andere Möglichkeit gegeben, nämlich die, dass, wenigstens in den ersten Zeiten der Entwickelung der Leber, ein Theil dieser Zellen auch mit der Gefässbildung in diesem Organe selbst zusammenhängt und den allerersten farblosen Bildungszellen der Blutkörperchen gleichwerthig ist. Diese Neubildung von Blutkör-

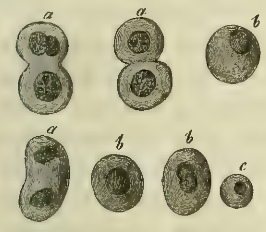


Fig. 317.

Fig. 317. Blutkörperchen eines Schafembryo von 3½‴. *a.* Zwei und dreikernige grosse gefärbte Blutkügelchen in verschiedenen Stadien der Theilung. *b.* grössere runde gefärbte Blutzellen, eine mit sich theilendem Kern, *c.* eine kleinere solche, 300mal vergr.

perchen in der Leber und Milz, mit welcher die bedeutende Grösse und der Blutreichthum des ersten Organes im vollsten Einklange steht, dauert nun wahrscheinlich das ganze Embryonalleben hindurch, wenigstens fand ich dieselbe auch bei ganz alten Embryonen von Säugethieren und auch bei Neugebornen, doch nimmt dieselbe, vielleicht im Zusammenhang mit dem Auftreten des *Ductus venosus*, der nach *Rathke* eine secundäre Bildung ist, und seinem Weiterwerden und mit der Bildung der ersten Lymphkörperchen in den Lymphgefässen und Lymphdrüsen immer mehr ab, weil hierdurch ein bedeutender Theil des Nabelvenenbluts direct in den Kreislauf kommt und der Leber entzogen wird.

Die weitere Entwickelung der in dieser oder jener Weise entstandenen kernhaltigen kugelrunden Blutzellen der Embryonen ist die, dass dieselben nach und nach entweder direct oder nachdem sie in oben angegebener Weise sich vermehrt, immer mehr sich abplatten und selbst leichte Excavationen bekommen, während ihre Kerne deutlich sich verkleinern und bei Essigsäurezusatz eine grosse Neigung zum Zerfallen zeigen. Schliesslich schwinden dieselben ganz und werden die Blutzellen kernlos, wie die der Erwachsenen, und auch bald in der Form, die anfangs allerdings noch etwas unregelmässig ist, denselben gleich. Bezüglich auf die Zeit des Auftretens dieser kernlosen gefärbten Zellen, so ist zu bemerken, dass ich bei einem Schafembryo von $3\frac{1}{2}'''$ und *Paget* bei einem menschlichen von $4'''$ aus der 4. Woche, dieselben gänzlich vermissten; bei Schafembryonen von $9'''$ waren dieselben noch ungemein spärlich, wogegen sie schon bei solchen von $13'''$ weitaus die Mehrzahl der Blutzellen, bei einem 3monatlichen menschlichen Embryo im Leberblute $\frac{1}{4}$, im übrigen Blute etwa $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{8}$ der farbigen Körperchen ausmachten. Bei noch ältern Embryonen sind dieselben bei weitem vorwiegend, so dass bei Schafembryonen von 5—$13''$ Länge, die kernhaltigen gefärbten Zellen im Leberblute nur $\frac{1}{4}$ oder $\frac{2}{5}$ der Blutzellen ausmachen, und im übrigen Blute bei den grössern Embryonen nicht häufiger als im Blute der Erwachsenen die Lymphkügelchen sich finden. Zu welcher Zeit beim menschlichen Embryo die kernhaltigen gefärbten Zellen spärlicher werden und schwinden, ist noch nicht ermittelt, doch sah sie *Paget* in einem Fall bei einem 5monatlichen Embryo noch in ziemlicher Zahl. — Das Blut grösserer Säugethierembryonen enthält nicht nur in der Leber, sondern auch sonst ausser den farbigen Blutkügelchen, auch farblose Zellen in grosser Zahl, oft ebenso viel, wie farbige, welche Zellen wohl unzweifelhaft vorzugsweise aus der Milz und Leber stammen, in welcher letztern noch bei $13''$ langen Schafembryonen die farblosen und wenig gefärbten kernhaltigen Blutzellen wohl $\frac{1}{3}$ der gesammten Blutkörperchen ausmachen, ausserdem in den spätern Zeiten des Embryonallebens auch von der Lymphe herrühren. Ob auch diese Zellen in farbige sich umwandeln, ist durchaus unentschieden, und nur das ausgemacht, dass die im Leber- und Milzblute so zahlreichen Uebergangsstadien beider im übrigen Blute durchaus vermisst werden.

Die Entstehung der Blutkügelchen nach der Geburt und bei Erwachsenen ist, trotz der vielen auf diesen Punkt speciell gerichteten

Bemühungen, immer noch einer der dunkelsten Theile der Lehre von den Blutzellen, doch ist meiner Ueberzeugung nach die Annahme, welche die rothen Blutzellen aus den kleinern Chyluskörperchen hervorgehen lässt, indem dieselben ihre Kerne verlieren, sich abplatten und Hämatin in sich erzeugen, diejenige, welche am meisten Zutrauen verdient. Diese Zellen sind ungefähr von derselben Grösse, wie die Blutkügelchen, ja selbst etwas kleiner, verhalten sich in ihrer Membran wie dieselben, sind abgeplattet und nicht selten schwach gelblich gefärbt, und können mithin ohne bedeutendere Veränderungen, als wir sie bei den farblosen Blutzellen der Embryonen sehen, in farbige Zellen übergehen. Wo und wie dies geschieht, hat noch Niemand gesehen, und habe ich trotz aller Mühe und Sorgfalt, die ich diesem Gegenstande zuwandte, doch niemals beim Erwachsenen eine kernhaltige gefärbte Blutzelle gesehen. Das einzige, was mir in dieser Beziehung aufstiess, war das, dass in den Lungenvenen, hie und da auch in anderem Blut, die kleineren Lymphkörperchen in manchen Fällen wirklich ziemlich deutlich gefärbt waren, viel mehr als im *Ductus thoracicus*, so dass sie, ausser durch ihr schwach granulirtes Ansehn, oft kaum von den auf der Fläche liegenden wirklichen Blutzellen zu unterscheiden waren, ferner, dass dieselben etwas kleinere Kerne besassen als sonst; doch genügt auch dies noch nicht, um die Sache zu entscheiden. Dagegen lassen sich als sehr wichtige Analogien noch die herbeiziehen, 1) dass bei allen niedern Wirbelthieren, sehr deutlich z. B. bei Amphibien, auch bei erwachsenen Thieren die Entstehung der kernhaltigen Blutzellen aus den Lymphkörperchen zu beobachten ist, und 2) dass auch bei menschlichen Embryonen die Bildung der gefärbten Blutkügelchen aus farblosen, den Lymphkörperchen sehr ähnlichen Zellen von mir aufs Bestimmteste nachgewiesen worden ist. Nimmt man hierzu, dass von einer selbständigen oder anderweitigen Entstehung der Blutzellen nicht das Mindeste bekannt ist, so wird man es wohl für gerechtfertigt halten, wenn ich für die Entstehung der Blutzellen aus den Lymphkörperchen mich ausspreche, und, um zu erklären, warum der Uebergang selbst noch nicht beobachtet werden konnte, die Vermuthung äussere, dass derselbe zu schnell vor sich geht, um unsern Beobachtungsmitteln irgendwie zugängig zu sein.

Wenn ich auch im Vorigen für die Bildung der rothen Blutzellen aus den Elementen der Lymphe und des Chylus mich ausgesprochen, so wollte ich damit noch keineswegs behaupten, dass alle Elemente dieser Säfte zu allen Zeiten des nachembryonalen Lebens zu Blutzellen werden. Die mikroskopische Untersuchung des Blutes ergibt vielmehr, dass in demselben ohne Ausnahme eine gewisse Zahl grösserer blasser Zellen mit mehreren Kernen oder einem durch Essigsäure zerfallenden Kerne vorhanden ist, von denen es, obschon sie sicherlich aus dem Chylus stammen oder umgewandelte Elemente desselben sind, doch nicht wohl möglich ist anzunehmen, dass sie jemals zu Blutzellen werden (*Virchow*, ich). Dies festgesetzt, erhebt sich die Frage, ob nicht vielleicht der Wechsel der Blutzellen, ihre Bildung und ihr Vergehen viel langsamer erfolgt, als man gewöhnlich annimmt und dieselben stabilere Elementartheile sind als man vermuthet. Ich vermag in dieser Beziehung keine bestimmte Aufklärung zu geben und will nur das bemerken,

dass auf jeden Fall, so lange der Körper noch wächst und die Blutmenge zunimmt, eine energische Bildung von Blutzellen statuirt werden muss, wogegen es durchaus unausgemacht ist, ob in dieser Lebensperiode Blutzellen sich auflösen, wesshalb auch nicht angegeben werden kann, wie viele von den Elementen des Chylus die Metamorphose in Blutkörperchen durchmachen. Beim Erwachsenen möchte nur so viel ganz sicher sein, dass, wenn derselbe aus dieser oder jener Ursache an Blut ärmer wird, dasselbe innerhalb einer gewissen Zeit sammt seinen rothen Blutzellen sich wieder ersetzen kann, ganz unausgemacht ist es dagegen, ob unter gewöhnlichen Verhältnissen eine irgend wie energische Auflösung und Wiederbildung von Blutzellen statt hat. Da eine Bildung von solchen nicht mit Bestimmtheit zu beobachten ist, so bleiben, um die Sache zur Entscheidung zu bringen, nichts als die Erfahrungen über eine Auflösung von Blutkügelchen, diese sind nun aber durchaus nicht der Art, dass ein constanter, in kurzen Intervallen eintretender Wechsel der Blutelemente aus ihnen sich beweisen lässt; denn wenn schon in der Milz vieler Thiere eine ungeheure Menge sich zersetzender Blutkügelchen gefunden wird, so ist doch die häufige, regelmässige Wiederkehr einer Auflösung derselben in diesem Organe noch nicht dargethan. Alles zusammengenommen glaube ich sonach, dass die Frage, wann und in welchem Maasse beim Erwachsenen Blutkügelchen vergehen und neu sich bilden, nach den vorliegenden Thatsachen unmöglich bestimmt entschieden werden kann, doch neige ich mich zur Ansicht hin, dass die Elemente des Blutes durchaus nicht so vergängliche Gebilde sind, wie man gewöhnlich glaubt.

Ich habe noch zu erwähnen, dass in der neuesten Zeit die Ansicht, dass die Blutkügelchen auch selbständig im Blute aus farblosen Zellen sich bilden, von verschiedenen Seiten vertreten wird. *Lehmann* und *Funke* stützen sich der erstere auf den grossen Gehalt des Lebervenenblutes an farblosen Zellen, der letztere auf dasselbe Verhalten des Milzvenenblutes und halten es für wahrscheinlich, dass innerhalb der Blutgefässe der Leber und Milz eine Neubildung von rothen Blutzellen statt habe. Mir scheint es, dass man in dieser Frage sehr vorsichtig zu Werke zu gehen hat, so lange nicht der Uebergang der farblosen Zellen in Blutkörperchen wirklich beobachtet wurde, was hier durchaus nicht der Fall ist. (Man vergl. das oben §. 171 gegen *Funke* bemerkte.) Wir kennen die Lebensverhältnisse der farblosen Zellen im Blute noch viel zu wenig, um aus ihrer blossen Anwesenheit auf eine Bildung von rothen Blutzellen schliessen zu dürfen, und mahnen namentlich die angeführten Fälle zur Vorsicht, indem es sehr leicht möglich ist, dass die fraglichen farblosen Zellen in den Milz- und Lebervenen, die wie wir oben sahen (§. 172), aus dem Milzparenchyme abstammen, wie ihre häufig mehrfachen Kerne zu lehren scheinen, keine weiteren Entwickelungen durchlaufen, sondern allmählich dem Untergang entgegen gehen, eine Vermuthung, die durch die Erfahrungen bei der Leukämie nur gestützt wird.

Die von *Gerlach* u. A. vorgetragene Ansicht, dass die Blutkörperchenhaltenden Zellen, die man häufig in der Milz und hie und da im Blut findet, auf die Bildung von Blutzellen sich beziehen, ist entschieden zu verwerfen, indem die Blutkörperchen aller dieser Zellen in der Auflösung begriffen sind.

Mit Bezug auf die Frage, ob farblose Blutzellen auch im Blute selbst entstehen können und wo die farbigen Zellen untergehen, verweise ich auf meine Mikr. Anat. II, 2, p. 598 flgde. und auf §. 171 dieses Handbuches.

Mit Bezug auf die Entwickelung der Blutgefässe verweise ich noch auf die neuern Arbeiten von *Aubert*, *Rokitansky* (Lehrbuch), *Billroth* und *His (Cornea)*, die im Wesentlichen die in diesem §. gegebene Darstellung bestätigen. Die Angaben *Billroth's* über die Entstehung der embryonalen Blutzellen aus den Kernen der die Gefässe bildenden Zellen ist entschieden unrichtig und ebenso ist derselbe ohne hinreichenden Grund der von *Remak* und mir geschilderten Theilung der embryonalen Blutzellen entgegengetreten (*Müll.* Arch. 1857). Ebenso wird es schwerlich richtig sein, wenn *Aubert* den Kern der embryonalen Blutzellen des Hechtes nachträglich sich bilden lässt, wenigstens ist er bei allen andern Geschöpfen von Anfang an da.

Die Untersuchung des Herzens ist, was die Muskelfasern selbst betrifft, leicht, und wird man die Anastomosen derselben an jedem sorgfältig gemachten Präparate nicht unschwer auffinden, dagegen stellen sich der Verfolgung des Faserverlaufes in diesem Organe grosse Schwierigkeiten dar. Am besten eignen sich hierzu in schlechtem Spiritus macerirte Herzen; dann wird von Alters her das Kochen frischer oder vorher mehrere Wochen eingesalzter Herzen in Wasser empfohlen, eine Methode, an deren Stelle *Purkyně* und *Palicki* das Kochen in einer Solution von Kochsalz oder noch besser Kalkschwefelleber empfehlen, wogegen *Ludwig* nach Entfernung des Pericards das Herz in Wasser legt und jedesmal nach Entfernung einer Lage von Muskelsubstanz unter Anwendung eines gelinden Drückens dieses Einwässern wiederholt. Für die Blutgefässe genügt die früher allein geübte Zerlegung derselben in Lamellen mit Messer und Pincette nicht, vielmehr muss nothwendig noch die Untersuchung von Quer- und Längsschnitten der gesammten Gefässwand dazu kommen. Am besten trocknet man ausgebreitete Gefässstücke auf Papier, wobei man auch von sehr dünnen Gefässen noch Schnitte machen kann, weicht dieselben in Wasser wieder auf und behandelt sie, wenn man die Muskulatur studiren will, mit Essigsäure oder Salpetersäure von 20% (*Weyrich*), sonst mit *Natron causticum*, durch welche Reagentien auch das elastische Gewebe sehr schön hervortritt. Zur schnellen isolirten Darstellung des Epithels, der elastischen Innenhaut, der Muskelhaut, haben sich mir die grösseren Gefässe an der Hirnbasis am geeignetsten erwiesen; die elastischen Membranen der Media isolirt man leicht nach Maceration in starker Essigsäure. Die Muskelfasern derselben sieht man immer schon beim Zerzupfen, sonst durch Salpetersäure leicht. Zum Studium der Capillaren sind das Hirn, die Retina, die Froschlarven und Embryonen vor allem zu empfehlen, für ihre Entwickelung Froschlarven, die Allantois von Embryonen, die gefässreiche Linsenkapsel. Das Blut untersuche man wo möglich im Serum selbst, dann mit den verschiedenen geschilderten Reagentien, und berücksichtige man stets die ungemeine Geneigtheit seiner Elemente zu Veränderungen. Lymphdrüsen injicire ich mit Carmin und Leim oder mit Siegellack und Terpentin in Alkohol gelöst; sonst empfehle ich Schnitte in Alkohol erhärteter Präparate.

Literatur. *J. G. Fr. Wolff*, in den Memoiren der Petersburger Akademie aus den Jahren 1780–92; *J. Reid*. Art. *Heart* und *B. Searle*, *Fibres of the Heart*, in *Cyclop. of Anat. II*; *Parchappe*, *Du coeur, de sa structure et de ses mouvements*, *Paris* 1844; *C. Ludwig*, Bau der Herzventrikel, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VII, p. 189, und: Ueber die Herznerven der Frösche, in *Müll.* Archiv 1848, p. 139; *Luschka*, Das Endocardium und die Endocarditis, in *Virchow's* Arch. IV, p. 171; *Remak*, Ueber die Ganglien des Herzens, in *Müll.* Arch. 1844, p. 463 und: Ueber den Bau des Herzens, Ebd. 1850, p. 76; *R. Lee*, *Mem. on the ganglia and nerves of the heart*, *London* 1851; *Bidder*, Ueber die Nervencentra im Froschherzen, in *Müll.* Arch. 1852, p. 163; *R. Wagner*, Symp. Ganglien des Herzens, in Handw. der Phys Lief. XIII, p. 360; *Donders*, *Onders betr. d. bouw v. h. menschel. hart*, in *Ned. Lanc.* 3. *Ser.* 1. *Jaarg.* 1852, *p.* 556 und *Physiol. I*, *p.* 14—25

Th. v. Hessling, Ueber die Muskelfäden im Endocard d. Wiederkäuer, in Zeitschr. f. w. Zool. V, p. 189—354, Taf. X, Fig. 1—9; *Reichert*, Ueber dieselben Fäden, in Jahresb. f. 1854, S. 53; *Hauska*, in Wien. Woch. 1855, Nr. 9 (dünne Stelle im *Sept. ventricul.*); *Luschka*, in Arch. f. phys. Heilk. 1856, p. 536 und *Virchow's* Arch. Bd. XI, p. 568 (Herzklappen); *H. Reinhard*, in *Virch.* Arch. XII, p. 129 (dünne Stelle im *Sept. ventr.*); *C Langer*, Zur Anat. d. föt. Kreislaufsorgane, in Zeitschr. d. Wien. Aerzte, 1857, p. 328; *F. Räuschel*, *De arteriar. et venar. struct. Vratisl.* 1836. *Diss.*; *Kölliker*, Ueber die Muskulatur der Gefässe, in Mitth. d. Zürch. naturf. Ges. 1847 und Zeitschr. f. wiss. Zool. I; *Sur le développement des vaisseaux capillaires sanguins et lymphatiques*, in *Annal. des sc. natur.* 1846; *C. Donders* und *H. Jansen*, Unters. über d. kranh. Veränder. d. Arterienwände, in Arch. f. phys. Heilk. VII, p. 361, auch in *Nederl Lancet. I, p.* 473; *Jaesche*, *De telis epithelialibus in gener. et de iis vasorum in specie, Dorp.* 1847; *J. Engel*, Beitr. zur Anatomie der Gefässe, in Zeitschr. der Wiener Aerzte, 1847, p. 152, 315, 428, 1849, p. 121; *R. Remak*, Histiologische Bemerkungen über die Blutgefässwände, in *Müll.* Arch. 1850; *J. M. Schrant*, *Ontleedkundige Studien over de aderlijke bloedvaten*, in *Tijdschr. d. Maatsch. tot bevord. d. geneesk.* 1850, *p.* 2; *M. Schultze*, *De arteriarum structura Gryph.* 1850; *H. Weyrich*, *De textura et structura Vas. lymphat. Dorp.* 1851; *Fr. Wahlgren*, *Vensystemets allmänna Anatomi*, *Lund.* 1851; *Salter*, Art. *Veins*, in *Cyclop. of Anat. IV, p.* 1386; *Q. Aubert*, *De prima Syst. vas. genesi*, *Vratisl.* 1855. *Diss.*; *J. Meyer*, Ueber die Neubild. von Blutgefässen in plast. Exsudaten etc., in Annal. d. Charité, IV, p. 41; *H. Welcker*, Dehnbarkeit d. Hirncapill. u. Nichtexistenz der *Vasa serosa*, in Würzb. Verh. VI, p. 274; *B. Beck*, In Illustr. Med. Zeit. III, p. 242 (Lymphdrüsen); *Billroth*, Unters. ü. d. Entw. d. Blutgefässe, Berlin 1856; *Remak*, Contract. Klappensäcke an den Venen d. Menschen, in Deutsche Klinik, 1856, Nr. 3; *W. Krause*, *De vasis sanguif. in cavo cranii Diss. Kiov.* 1855; *F. Noll* (und *Ludwig*), Ueber den Lymphstrom und die Anatomie der Lymphdrüsen, in *Henle's* Zeitschr. IX, p. 52; *Remak*, Ueber blutleere Gefässe im Schwanze d. Froschlarven, in *Müll.* Arch. 1850, p. 79, 183; *J. Engel*, Bau und Entwickelung der Lymphdrüsen, in Prag. Vierteljahrsschrift 1850, p. 111; *O. Heyfelder*, Ueber den Bau der Lymphdrüsen, Breslau 1851; *E. Brücke*, Ueber Lymphgefässe und Lymphdrüsen, im Sitzungsb. d. Wien. Akad. 1852 Dec., 1853 Jan. u. März, dann in d. Denkschr. VI, 1853; Wien. Wochenschr. 1855, Nr. 24, 25, 28, 29, 32; Sitzungsber. der Akad. 1855, p. 267; *Donders*, *Over den bouw der weivatsklieren*, in *Ned. Lanc.* 1852, *p.* 355; *A. Kölliker*, Ueber den fein. Bau und die Funkt. d. Lymphdrüsen, in Würzb. Verh. IV; *Funke*, Ueb. Chylusgefässe d. Darmes in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI, p. 307 und Wien. Wochenschr. 1855, Nr. 31; *A. Zenker*, Chylusgef. d. Darmschleimh. Zeitschr. f. w. Zool. VI, p. 321; *R. Cnopp Koopmans*, *Ond. v. e. mensch darm in toest. v. opslorping* in *Ned. Lanc. July en Aug.* 1855, *p.* 90; *W. Krause*, in Zeitschr. f. rat. Med. VI, p. 107 (Chylusgefässe); *H. Nasse*, Art. Chylus, Lymphe und Blut, in *Wagn.* Hdw. d. Phys. Bd. I; *H. Müller*, Beitr. z. Morphologie des Chylus und Eiters, in Zeitschr. f. rat. Med. 1845; *R Wagner*, Beiträge z. vergl. Physiologie d. Blutes, Leipz. 1833 und: Nachträge zur vergl. Phys. I, Ebd. 1838; *J. C. Fahrner*, *De globulor. sanguinis origine, Turici* 1845; *A. Kölliker*, Ueber die Blutkörperchen eines menschl. Embryo u. d. Entwickel. d. Blutk. b. Säugethieren, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. IV, 1846, S. 42; *C. Donders* und *J. Moleschott*, Untersuchungen über d. Blutkörperchen, in d. holländischen Beiträgen III, 360; *Donders*, in *Ned. Lancet.* 1846; *W. Jones*, *The bloodcorpuscule consid. in its diff. phases of development*, in *Phil. Trans.* 1846, *II, p.* 82; *Moleschott*, Ueber d. Entw. d. Blutzellen, in *Müll.* Arch. 1853, dann in Wien. Med. Wochenschr. 1853 April u. 1854 Febr.; *Vierordt*, Ueber Zählungen der Blutzellen, im Arch. f. phys. Heilk. XI; *Kölliker*, Lymphkörp. in d. Anf. d. Lymphgef. u. Einw. e. conc. Harnstofflösung auf Blutzellen, in Zeitschr. f. w. Zool. VII, p. 182, 183; dann Würzb. Verh. VII. (Blut der Milz-Leber); *E. A. Hirt*, *De copia rel. corp. sanguinis alborum Diss.* 1855, *Lips.* und *Müll.* Arch. 1856, p. 174; *Aubert*, in Zeitschr. f. w. Zool. VII, p. 357 (Entw. d. Blutzellen und Blutgefässe der Fische); *Stöltzing*, Ueb. Zähl. d. Blutkörp. Marb. 1856. Diss.; *Lorange*, *Quom. rat. cell sang. alb. et rubr. mutet. cibor. advect. Diss. Regiom* 1856; *Berlin*, in *Ned. Lanc.* 3. *Ser. V. Jaarg. p.* 734 und Arch. f. holl. Beitr. I, p. 75 (Blutkrystalle); *Marfels* und *Moleschott*, Lebensdauer der Blutkörperchen, in Unters. z. Naturl. I, p. 52; *Teich-*

mann, Ueber die Hämatin in Zeitschr. f. rat. Med. VIII, p. 141. — Ausserdem vergleiche man die Handbücher von *E. H. Weber* und *Henle* und die neuern embryologischen Arbeiten von *Vogt*, *Remak*, *Prévost*, *Lebert* und *Courty*.

Von den höhern Sinnesorganen.

I. Vom Sehorgan.

§. 227.

Das Sehorgan besteht aus dem Augapfel, oder dem eigentlichen Sinnesapparat, und den accessorischen Theilen, welche theils zum Schutz, theils zur Bewegung desselben vorhanden sind, nämlich den Augenlidern, Augenmuskeln und den Thränenorganen. Der Augapfel selbst ist ein sehr complicirtes Organ, in dem fast alle Gewebe des Körpers vertreten sind, und wird derselbe wesentlich aus 3 Häuten, einer Faserhaut, *Sclerotica* und *Cornea*, einer Gefässhaut, der *Chorioidea* und *Iris*, und einer Nervenhaut und aus zwei innern lichtbrechenden Medien, dem Glaskörper und der Linse, zusammengesetzt.

A. Vom Augapfel.

§. 228.

Faserhaut des Auges. Die äussere Umhüllung des Augapfels wird von einer derben vorzüglich bindegewebigen Faserhaut gebildet, welche dem äussern Ansehen nach in einen kleineren, vorderen, durchsichtigen Abschnitt, die Hornhaut, und einen grössern, undurchsichtigen, hintern Theil, die harte Haut, zerfällt, jedoch, wie die Entwickelungsgeschichte und der feinere Bau lehren, durchweg als eine zusammenhängende Haut anzusehen ist.

Die harte Haut, *Sclerotica*, auch weisse Haut, *Albuginea*, genannt, ist eine weisse, sehr derbe und feste fibröse Haut, die vom hintern Umfange des Auges an, wo sie mit der Scheide des Sehnerven direct zusammenhängt und auch mit der *Lamina cribrosa* und dem Neurilem der Nerven sich vereint (*Löwig*), nach vorn zu allmählich an Dicke abnimmt, jedoch vorn durch Verschmelzung mit den Sehnen der geraden Augenmuskeln wieder sich verstärkt und dann continuirlich in die Hornhaut sich fortsetzt. Dieselbe gibt beim Kochen gewöhnlichen Leim und besteht aus wahrem Bindegewebe, dessen Fibrillen sowohl beim Zerzupfen, als auch an mit Essigsäure behandelten Querschnitten äusserst deutlich hervortreten. Die Bündel derselben sind mehr gerade gestreckt, sonst wie in Sehnen innig verbunden und zu grössern, dün-

nern oder dickern, platten Bändern vereint, welche in der ganzen Dicke ziemlich regelmässig abwechselnd der Länge und Quere nach verlaufen, und so auf senkrechten Schnitten einen lamellösen Bau erzeugen. Doch sind wirkliche für sich bestehende Blätter nirgends vorhanden, vielmehr stehen die verschiedenen Längslagen untereinander in vielfacher Vereinigung und ebenso die der Quere nach verlaufenden Schichten. Nur an der äussern, namentlich aber an der innern Oberfläche der harten Haut sammeln sich die Längsfasern zu etwas stärkern Platten an und erhalten so eine grössere Selbständigkeit.

Mitten durch das Bindegewebe der *Sclerotica* verlaufen eine grosse Zahl feiner elastischer Elemente, von derselben Form wie in Sehnen und Bändern (s. §. 93), nämlich als ein Netzwerk feiner und feinster Fasern, an dem die Stellen, wo die ursprünglichen Bildungszellen sassen, durch Verdickungen mit Kernrudimenten sich kund geben, so dass das Ganze anastomosirenden spindel- und sternförmigen Zellen oft sehr ähnlich wird. Im Leben scheinen die Elemente dieses Netzes noch zum Theil Höhlungen und einen flüssigen Inhalt zu besitzen, wenigstens sieht man an trocknen Scleroticasegmenten in allen Zellenkörpern desselben Luft (dies sind die kreideweissen Körperchen von *Huschke*) und möchte daher hier die *Virchow*'sche Anschauung, dass solche Canäle eine Art Ernährungscanäle sind, vollkommen gerechtfertigt sein, um so mehr, da die Gefässe dieser Haut auf jeden Fall nur spärlich sind. Dieselben stammen vorzüglich von den Ciliararterien und denen der Augenmuskeln und bilden, wie ich mit *Brücke* finde, ein ziemlich weitmaschiges Netz von Capillaren letzter Ordnung. — Nerven beschreibt neulich *Bochdalek* (auch *Rahm* beim Kaninchen) in der harten Haut, doch habe ich bisher eben so wenig wie *Arnold* und *Luschka* davon mich überzeugen können, dass dieselben etwas anderes als an der innern Seite derselben zum *Lig. ciliare* verlaufende Zweige sind.

Die Hornhaut, *Cornea* (Fig. 318, *C*), ist vollkommen durchsichtig, noch derber und schwerer zu zerreissen als die *Sclerotica*, und aus 3 besondern Lagen zusammengesetzt, nämlich: 1) aus der Bindehaut, *Conjunctiva corneae*, 2) der eigentlichen Hornhaut und 3) der *Descemet*'schen Haut, von denen die erste und letzte von einem Epithelium und einer darunter gelegenen structurlosen Haut, die mittlere von einem Fasergewebe eigenthümlicher Art gebildet wird.

Die eigentliche Hornhaut oder die Faserlage derselben (Fig. 318, *c*), bei weitem der mächtigste Theil der ganzen Haut, besteht aus einer dem Bindegewebe sehr nahen Fasersubstanz, die jedoch nach *J. Müller* beim Kochen keinen Leim sondern *Chondrin* gibt, welches *Chondrin* jedoch nach *His* dadurch von dem gewöhnlichen sich unterscheidet, dass seine meisten Praecipitate sich im Ueberschusse des angewandten Reagens wieder lösen. Ihre Elemente, blasse Bündel von 0,002—0,004''' Durchmesser, an denen, wenigstens beim Zerzupfen, bald mehr, bald weniger deutlich meist noch feinere Fibrillen sichtbar werden, sind zu platten Bündeln von 0,04—0,12''' Breite (*His*) geeint, welche, mit ihren Flächen den Hornhautoberflächen stets parallel, sowohl in der Richtung der Oberfläche als in der Dicke untereinander zusammenhängen und so durch die ganze Haut ein grosses Maschenge-

webe darstellen. Sichtbare Lücken finden sich übrigens in diesem Maschengewebe nicht, indem einerseits in die Zwischenräume des einen Faserzugs die Elemente eines andern hineinpassen, andrerseits auch alle Faserbündel so dicht aufeinanderliegen, wie z. B. in einem comprimirten Schwamm. Am richtigsten und leichtesten wird man den Bau der Hornhaut auffassen, wenn man von der *Sclerotica* ausgeht, von der erstere nur eine Modification ist. Wie hier Längsnetze und Quernetze von Bindegewebsbündeln die ganze Haut constituiren, so, nur verwickelter, ist die Sache auch in der Hornhaut, indem in dieser die Bündel in den verschiedensten Directionen verlaufen. — Fasst man

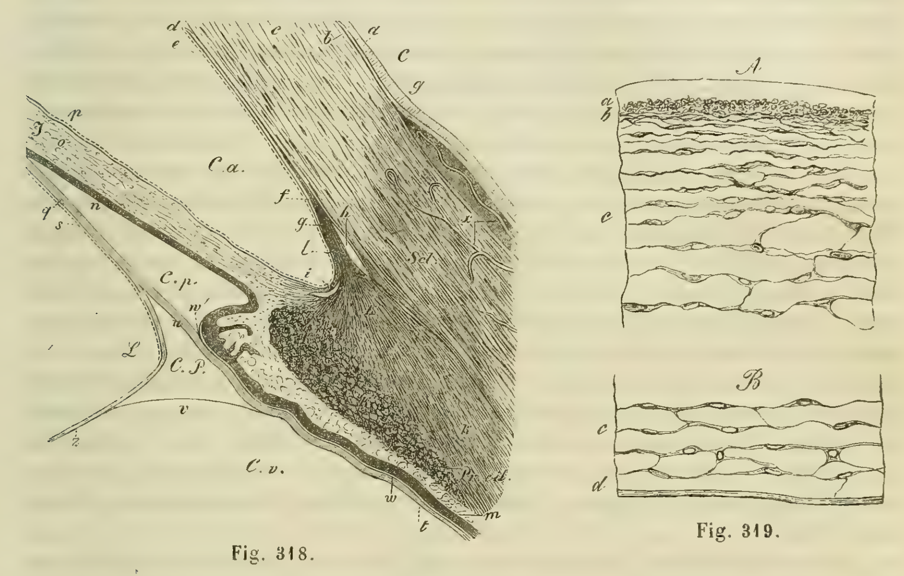


Fig. 318.

Fig. 319.

die Structur der Hornhaut im Ganzen auf, so kann man dieser Haut, wenn auch keine vollständigen Lamellen, wie viele Autoren, so doch einen blätteri-

Fig. 318. Durchschnitt durch die Augenhäute in der Gegend der Ciliarfortsätze, 12mal vergr. *Scl. Sclerotica. C. Cornea. Pr. cil. Processus ciliaris. C. a. Camera anterior. C. p. Camera posterior. C. v. Corpus vitreum. C. P. Canalis Petiti. L. Lens. I. Iris. a. Conjunctiva corneae*, Epithel. *b.* Homogene Lamelle darunter, sich fortsetzend in die *Conjunctiva scleroticae x. c.* Faserlage der Cornea. *d. Membr. Demoursii. e.* Epithel derselben angedeutet. *f.* Ende der *Membr. Demoursii* und Uebergang in eigenth. Fasern *g*, die bei *i.* als *Lig. Iridis pectinatum* auf die *Iris* übergehen. *h. Canalis Schlemmii. k. Musculus ciliaris s. tensor chorioideae* von der innern Wand desselben *l.* entspringend. *k'.* circuläre Fasern des Ciliarmuskels oder *Müller'scher* Muskel. *m.* Pigmentlage der Ciliarfortsätze, *n.* der Iris. *o.* Faserlage der Iris. *p.* Epithel derselben angedeutet. *q.* Linsenkapsel vordere Wand, *z.* hintere Wand *s.* Epithel der Linsenkapsel angedeutet. *t. Zonula Zinnii* oder vorderer verdickter Theil der *Hyaloidea. u.* Freies vorderes Blatt derselben (eigent. *Zonula*) an dem Rande der Linse sich inserirend. *v.* Hinteres Blatt derselben mit der hintern Wand der Linsenkapsel verschmelzend. *w. Pars ciliaris retinae. w'.* Vorderes Ende derselben. Nach *Bowman* u. *H. Müller*.

Fig. 319. Senkrechter Durchschnitt der *Cornea* des Neugebornen, 350mal vergr. mit Essigsäure. Das Epithel ist weggelassen. *A.* Vorderes Stück der Haut; *a.* vordere structurlose Lamelle; *b.* dichte Lage kleiner runder Körner (wahrscheinlich kleiner Zellen) darunter mit wenig Fasergewebe; *c* entwickeltes Fasergewebe mit anastomosirenden Saftzellen. *B.* Hinteres Stück der Haut; *c.* wie vorhin; *d.* structurlose Lamelle der *Descemet*'schen Haut.

gen Bau zuschreiben, indem ihre Bündel alle platt und mit den Flächen der Oberfläche parallel liegen, wovon es auch abhängt, dass die Hornhaut sich äusserst schwer in der Dicke zerreissen und durchstossen lässt. Die Uebereinstimmung der Hornelemente mit dem Bindegewebe wird auch noch dadurch bewiesen, 1) dass dieselbe am Rande durch ihre hier vorzüglich radiär verlaufenden Elemente direct und ohne Unterbrechung in die ähnlich gelagerten Fasern der *Sclerotica* sich fortsetzt, so dass von einer natürlichen Trennung beider Häute auch nicht im Entferntesten die Rede sein kann, und 2) dass, wie *Toynbee* im Jahre 1841 und später noch bestimmter *Virchow* zuerst nachgewiesen haben, zwischen ihren Bündeln und Lamellen eine ungemeine Zahl anastomosirender spindel- und sternförmiger, kernhaltiger Zellen liegen, wie sie dem unentwickelten elastischen Gewebe eigen sind (Bindegewebskörperchen *Virchow's*, auch Hornhautkörperchen), und auch, wiewohl mehr verästelt, in der *Sclerotica* vorkommen. Es möchte wohl unzweifelhaft sein, dass die Ernährungsflüssigkeit, mit welcher die *Cornea* beständig in reichlicher Menge getränkt ist, und welche bei grossen Augen von Thieren selbst durch das Auspressen der *Cornea* direct sich nachweisen lässt, einem guten Theile nach durch die genannten Saftzellen im Innern weiter geleitet und verbreitet wird, eine Ansicht, in der man nur bestärkt werden kann, wenn man weiss, dass diese Zellen bei Erkrankungen der *Cornea* äusserst häufig Fetttröpfchen, ausnahmsweise nach *Donders* selbst Pigment in ihrem Innern enthalten. — Die von *Bowman* im Ochsen- und Menschenauge injicirten *corneal tubes* sind mit diesem Zellennetze nicht zu verwechseln, und wahrscheinlich als künstliche Erweiterungen der zwischen den Gewebselementen der *Cornea* normal vorkommenden kleinen Zwischenräume, die man selbst bei der mikroskopischen Untersuchung hie und da zu erkennen glaubt, zu deuten.

Die Bindehaut der *Cornea* (Fig. 318, *a b*) besteht vorzüglich aus einem 0,023—0,50‴ dicken, geschichteten weichen Epithel, dessen untere Zellenlagen länglich sind und senkrecht auf der Hornhaut stehen, während die mittlern mehr eine rundliche Gestalt besitzen und nach oben in eine 0,008—0,01‴ dicke, der Hornschicht der Epidermis entsprechende Lage 0,01—0,014‴ grosser, jedoch noch kernhaltiger und weicher Plättchen übergehen. Unter dem Epithel, das im Tode, auch in Wasser und Essigsäure sehr bald sich trübt, befindet sich eine von *Reichert* zuerst erwähnte structurlose Lamelle (vordere elastische Lamelle, *Bowman*) von 0,003—0,004‴ Dicke, welche auf senkrechten Schnitten und an Falten von dünnen Flächenschnitten nach Zusatz von Alkalien besonders deutlich hervortritt, jedoch bei Weitem nicht so scharf gegen die eigentliche Hornhaut sich absetzt, wie die *Descemet'*sche Haut und auch nicht dieselbe Bedeutung zu haben scheint, wie diese, sondern wohl nichts als der Rest der in frühern Zeiten gefässhaltigen Schicht der *Conjunctiva corneae* ist. — Von derselben aus sieht man hie und da gebogene Fasern wie starre Bindegewebsbündelchen oder elastische Fasern schief in die Hornhaut eindringen und dann sich verlieren *(Bowman)*.

Die *Descemet'*sche oder *Demours'*sche Haut, auch Wasserhaut, *Membr. Descemeti s. Demoursii s. humoris aquei* (Fig. 318, *d*) besteht aus einer

dem Corneagewebe ziemlich locker anhaftenden elastischen Membran, der eigentlichen *Descemet*'schen Haut, und einem Epithel an der innern Fläche derselben. Die erstere ist wasserhell wie Glas und glänzend, vollkommen structurlos, leicht zerreissbar aber doch ziemlich fest und so elastisch, dass, wenn sie durch Messer und Pincette, oder Kochen in Wasser, oder Maceration in Alkalien, wobei sie wie in Reagentien überhaupt ihre Durchsichtigkeit nicht einbüsst, von der *Cornea* getrennt wird, ohne Ausnahme kräftig und zwar nach vorn sich einrollt. Gegen die Ränder der *Cornea* geht die *Descemet*'sche Haut, deren Dicke 0,006—0,008''' beträgt (nach *H. Müller* bei Erwachsenen von 20—30 Jahren 0,006—8^{mm} in der Mitte, 0,01—0,012^{mm} am Rande; bei alten Leuten 0,015—0,02^{mm}) und die in chemischer Beziehung ganz an die Linsenkapsel sich anschliesst (siehe unten), in ein eigenthümliches System von Fasern über, das von *Reichert* zuerst wahrgenommen und von *Bowman* ausführlicher beschrieben wurde. Dasselbe beginnt in geringer Entfernung vom Hornhautrande an der vordern Fläche der *Descemet*'schen Haut (Fig. 318, *g*), als ein langgestrecktes Netzwerk feiner Fäserchen, wie feiner elastischer Fibrillen, wird dann allmählich stärker, bis am Hornhautrande selbst die *Descemet*'sche Haut in ihrer ganzen Dicke in ein Netz stärkerer Fasern und Balken aufgelöst ist, welche zum Theil im ganzen Umfange der vordern Augenkammer mit vielen, frei durch dieselbe hindurchtretenden Fortsätzen als *Lig. iridis pectinatum Huek* auf den vordern Rand der *Iris* sich umschlagen und mit den vordern Theilen dieser Haut verschmelzen, zum Theil in das *Lig. ciliare* oder besser den *Musculus ciliaris* übergehen, zum Theil endlich in der innern und auch der äussern Wand des *Schlemm*'schen Canales sich verlieren (s. unten bei der *Uvea*). Mithin endet die *Descemet*'sche Haut nicht, wie gewöhnlich angegeben wird, mit einem scharfen Rande, vielmehr geht dieselbe, so scheint es, wie es *Reichert* zuerst angab, ganz und gar in ein eigenthümliches Fasergewebe über. Ueber die Natur dieser Fasern sind die Ansichten sehr getheilt. Während nämlich *Reichert* dieselben zum Bindegewebe zählt und *Brücke* sie als eigenthümlich bezeichnet, erklären *Luschka* dieselben für den von ihm sogenannten serösen Fasern (i. e. elastischem Gewebe) angehörig, *Bowman (Lectures. p.* 21) und *Henle* (Jahresb. 1852, p. 20) für zum Theil elastische, zum Theil bindegewebige und ich für eine Zwischenform zwischen diesen beiden Geweben. — Die Wahrheit ist die, dass diese Fasern da, wo sie an der *Membrana Descemetii* beginnen und in ihren Fortsetzungen zur Wand des *Schlemm*'schen Canales und zum Ciliarmuskel durch ihre dunkleren Contouren, mässige Stärke und homogenes Ansehen mehr an elastische Fasern sich anschliessen, während die auf die *Iris* sich fortsetzenden Theile morphologisch, durch die Breite (von 0,004—0,012'''), Blässe und ein häufig sehr deutlich ausgeprägtes streifiges Ansehn so sehr an Bindegewebe erinnern, dass ich dieselben früher (Zeitschr. f. wiss. Zool. I, p. 54) zum netzförmigen Bindegewebe rechnete. Ich muss jedoch, wie in der 1. Aufl. d. W., so auch jetzt noch, trotz der Behauptung *Henle's*, dass das *Lig. iridis pectinatum* wirklich Bindegewebe sei, daran festhalten, dass diese Fasern beim Menschen durch ihre Starrheit, ihre Reactionen gegen Alkalien und Säuren, ihre Unlöslichkeit auch bei langem

Kochen in Wasser vom Bindegewebe sich entfernen und ganz an die Elemente der *Zonula Zinnii* sich anschliessen, die *Henle* selbst nicht für gewöhnliches Bindegewebe hält. — Uebrigens will ich noch bemerken, dass bei Thieren diese Fasern zum Theil einen andern Character besitzen als beim Menschen. So finde ich beim Kaninchen an ihrer Stelle starke Bindegewebsbündel mit Saftzellen oder unreifen elastischen Elementen, die spitz an der *Descemet*'schen Haut wurzeln und verbreitert im äussern Theile der *Iris* sich verlieren, bei Vögeln dagegen ganz evidentes elastisches Gewebe.

Das Epithel der *Demours*'schen Haut (Fig. 318, *e*), das beim Menschen häufig nicht mehr gut erhalten gefunden wird, ist eine einfache 0,002—0,003''' dicke Lage prächtiger polygonaler 0,006—0,01''' grosser Zellen, mit äusserst fein und blassgranulirtem Inhalt und runden Kernen von 0,003—0,005'''. Gegen den Rand der Hornhaut wird dasselbe in seinen Zellen kleiner und endet dann als zusammenhängende Lage. Dagegen setzen sich isolirte Züge meist verlängerter, selbst spindelförmiger Epithelzellen über die Fasernetze des *Lig. pectinatum* und, die Elemente desselben umschliessend, auf den Rand der *Iris* fort, woselbst wieder eine vollständige Epitheliallage erscheint.

Die Hornhaut ist beim Erwachsenen fast ganz gefässlos, dagegen findet sich, wie *J. Müller* und *Henle (de membr. pupill. p. 44)* zuerst beobachteten, bei menschlichen und Schafembryonen in der *Conjunctiva Corneae* ein reichliches Gefässnetz, welches jedoch nicht bis in die Mitte derselben sich zu erstrecken scheint. Gegen das Ende des Fötallebens und nach der Geburt bildet sich dieses Netz, bei Thieren weniger, beim Menschen mehr, zurück, so dass man bei letzterem nur noch am Hornhautrande, in einem Saume von ½ höchstens 1''' Breite, Blutgefässe trifft. Dieselben sind meist feine und feinste Capillaren von 0,002—0,004''', welche eine oder mehrere Reihen von Bögen bilden und so enden, und liegen ebenfalls in der Bindehaut, die hier als eine nachweisbare Schicht noch etwas auf die Hornhaut sich erstreckt, um dann in die vordere structurlose Lamelle derselben auszulaufen. Bei Thieren finden sich diese oberflächlichen oder Bindehautgefässe ebenfalls, jedoch meist viel hübscher und weiter nach innen, manchmal bis zur Hälfte des Radius und noch weiter sich erstreckend, ausserdem kommen aber auch noch in der Substanz der *Cornea* selbst tiefere, aus der *Sclerotica* stammende Capillaren vor, die meist die Nervenstämme begleiten und entweder in ihnen selbst eine einzige



Fig. 320.

Fig. 320. Capillaren und Lymphgefässe (?) am Hornhautrande einer jungen Katze. *aa.* Stämme der farblosen Gefässe, *b.* blindes kolbiges Ende eines solchen, *c.* spitze Ausläufer, *d.* Schlingen derselben, *e.* Blutcapillaren. 250mal vergr.

oder einige wenige sehr langgestreckte Schlingen bilden oder auch noch etwas über dieselben hinaus sich verbreiten und ohne Ausnahme mit Schlingen enden, deren feinste Gefässchen hier wie bei den oberflächlichen Capillaren kaum mehr als 0,002''' messen. Beim Menschen sah ich diese die Nervenstämme begleitenden eigentlichen Hornhautgefässe ebenfalls, jedoch nicht constant und nie so entwickelt.

Von Lymphgefässen der Hornhaut ist nichts zuverlässiges bekannt (vergl. auch *Arnold*, Anat. II, p. 988), doch habe ich vor Kurzem in der Hornhaut einer jungen Katze Gefässe gesehen (siehe Fig. 320), welche ich kaum für etwas anderes als für Lymphgefässe halten kann. Am Hornhautrande befanden sich hier neben den sehr deutlichen und Blutkörperchen enthaltenden Capillarschlingen blasse, viel weitere Gefässe (von 0,01—0,02, selbst 0,03'''), welche entweder einzeln ebenso weit wie die Blutgefässe in die *Cornea* sich hineinerstreckten und kolbig angeschwollen oder spitz auslaufend endeten, oder zu zweien, dreien und mehr einfache Schlingen bildeten, von denen aus häufig ebenfalls noch blinde Fortsätze ausgingen. Trotz ihrer Weite besassen diese Gefässe eine zarte structurlose Haut mit einzelnen anliegenden Kernen und im Innern führten dieselben einen hellen Saft, in dem häufig einzelne, hie und da selbst sehr viele helle runde Zellen, ganz wie Lymphkörperchen, zu sehen waren. — Hätte ich diese Gefässe auch bei andern Thieren gefunden, so würde ich sie unbedingt für die Anfänge der Lymphgefässe der *Conjunctiva* erklären, so aber scheint es mir vorläufig gerathener, diese Deutung wohl als wahrscheinlich, aber nicht als gewiss hinzustellen. Ich habe nämlich, obschon bei der einen Katze die genannten Gefässe in beiden Hornhäuten sehr deutlich waren, so dass ich sie vielen Collegen, namentlich *Virchow* und *H. Müller* zeigen konnte, doch seither weder bei alten und neugebornen Katzen, noch bei Hunden, Ochsen, Schafen, Schweinen, Kaninchen, etwas Bestimmtes von solchen blassen Gefässen sehen können. In neuester Zeit hat jedoch *His* (p. 71) in einem Falle ähnliche Gefässe an einem Kalbsauge gefunden, die mit einer blasskörnigen in $\bar{A}$ und KO sich nicht aufhellenden Masse erfüllt waren.

Die von *Schlemm* entdeckten Nerven der Hornhaut stammen von den *Nervuli ciliares*, dringen am vordern Umfange der *Sclerotica* (beim Kaninchen nach *Rahm* in der hintern Hälfte des *Bulbus*) in diese Haut ein und treten dann aus ihr in die Faserlage der *Cornea*. Hier findet man dieselben am Rande leicht, beim Menschen als 24—36 feinere und dickere Stämmchen, die jedoch 0,02''' kaum überschreiten. Was diese Nerven besonders auszeichnet, ist weniger ihre Verbreitungsweise, welche unter vielen Zweitheilungen und Anastomosen geschieht, so dass ein durch die ganze *Cornea* sich erstreckendes weites Nervennetz entsteht, als der Umstand, dass dieselben nur am Hornhautrande innerhalb einer nicht immer gleichbreiten Zone von ½—1''' im Mittel noch dunkelrandige jedoch feine (von 0,001—0,002''') Primitivröhren führen, im weitern Verlaufe jedoch nur marklose, vollkommen helle und durchsichtige Fasern von 0,0005—0,001''' höchstens enthalten, so dass sie den Weg der Lichtstrahlen auf jeden Fall nicht mehr als die andern Corneaelemente hemmen, was auch aus der Schwierigkeit ihrer Verfolgung unter

dem Mikroskope klar hervorgeht. In den Stämmen dieser Nerven zeigen sich, obschon selten, Bifurcationen der Primitivröhren, nie in dem von denselben gebildeten Netze, dessen Verhältnisse jedoch seiner Blässe wegen kaum vollkommen sicher sich erforschen lassen. Dasselbe liegt noch in der eigentlichen Hornhaut, jedoch der vordern Fläche näher und scheint, da von freien Enden von Nervenfasern keine Spur zu sehen ist, in der That einzig und allein aus anastomosirenden feinsten Zweigchen und Nervenprimitivfasern zu bestehen (Mikr. Anat. II, 2, p. 628), womit auch *His* sich einverstanden erklärt (S. dessen Fig. 3 auf Tab. IV), ganz in der Art, wie es von mir von den Hautnerven der Maus beschrieben worden ist (S. §. 41).

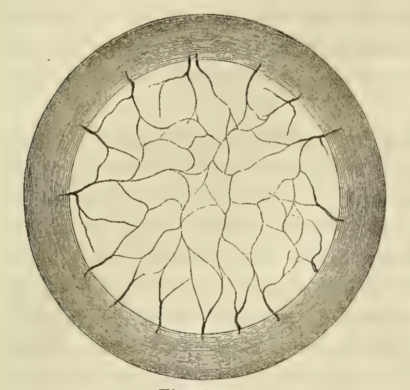


Fig. 321.

Mit der von mir seit dem Jahr 1852 vorgetragenen Ansicht über den Bau der Faserlage der Hornhaut, welche im Wesentlichen die *Bowman's* ist, stimmt die so ziemlich überein, die *His* neulich vertheidigt, nur dass dieser Autor die platten Bündel als homogene aber in bestimmten Richtungen spaltbare Intercellularsubstanz ansieht. Dagegen weicht dieselbe von der von *Henle* seit 1853 (Jahresb. für 1852) und seinem Schüler *Dornblüth* vorgebrachten wesentlich ab, die in der Hornhaut viele (an 300) dünne homogene Blätter von grösserer Ausdehnung annehmen. Zu den anderweitigen Thatsachen, die gegen diese letztere Auffassung sprechen, sind in der letzten Zeit auch die interessanten Untersuchungen von *His* über das Verhalten der Hornhaut gegen polarisirtes Licht gekommen, welche auch für den Ungläubigsten die Existenz von schmäleren aber dickeren platten Bündeln ausser Zweifel stellen.

Die Blutgefässe der *Conjunctiva corneae* Gesunder sind sehr spärlich, und halte ich, was *Römer* (*Ammon's* Zeitschr. V, 21, Tab. I, Fig. 9, 11) und *Arnold* (*Icon. org. sens. II. Fig.* 6) abbilden, für Ausnahmsfälle, dagegen können bekanntermaassen bei Entzündungen dieselben so sich entwickeln, dass sie die ganze oder fast die ganze Hornhaut überziehen, in welchem Falle Wucherungen der Hornhautzellen zur Weiterbildung der Gefässe dienen, worüber das nähere in der trefflichen Arbeit von *His* nachzusehen ist. Ebenso scheinen auch die eigentlichen Corneagefässe in solchen Fällen weiter ins Innere sich hinein zu bilden. Ueber die *Vasa serosa corneae* siehe §. 220 und m. Mikr. Anat. II, 2, p. 624 flgde. — Die Hornhaut ist, obschon nur am Rande gefässhaltig, doch mit Bezug auf ihre Ernährungsverhältnisse nicht ungünstig gestellt. Hornhautwunden heilen leicht zusammen, abgetragene Stücke des Epithels oder auch der Faserlage ersetzen sich und Geschwüre füllen sich vom Grunde aus mit neuer Hornhautsubstanz. Fettablagerungen in ihrem Gewebe, besonders in ihren zelligen Körpern, erzeugen am Rande (vorzüglich oben, auch unten, oder selbst ringsherum) einen gelben Saum, den sog. *Arcus senilis (Gerontoxon)*. Bei allen pathologischen Veränderungen der *Cornea* spielen, wie *His* sehr bestimmt demonstrirt hat, die Hornhautzellen eine Hauptrolle vor allem durch Vergrösserung unter reicher Production von Kernen oder endogenen Zellen, an welche dann weitere Umwandlungen sich anschliessen (*His* l. c. p. 73—140). — An der *Descemet'*schen Haut treten path. bes. Verdickungen auf mit Zunahme eigenthümlicher warziger Excrescenzen, die in geringer Entwickelung sehr häufig auch bei sonst gesunden Augen an der Innenseite des Randes angetroffen werden *(H. Müller)*.

Fig 321. Nerven der Hornhaut des Kaninchens in ihren gröberen Verzweigungen. So weit die Stämme noch dunkel gezeichnet sind, haben sie dunkelrandige Primitivröhren.

§. 229.

Gefässhaut, *Tunica vasculosa* oder Traubenhaut, *Uvea.* Die zweite Haut des Augapfels ist eine stark pigmentirte, an Gefässen sehr reiche Haut, welche in einen grössern hintern Abschnitt, die Aderhaut, *Chorioidea,* und in einen kleinern vordern, die Regenbogenhaut, *Iris*, zerfällt.

Die *Chorioidea* erstreckt sich von der Eintrittsstelle des Sehnerven, wo sie eine ringförmige Lücke hat, jedoch mit dem Neurilem des Sehnerven zusammenhängt und als eine zarte siebförmige Lamelle quer durch den Opticus hindurchzieht, als eine $\frac{1}{15}$—$\frac{1}{30}'''$ dicke, leicht zerreissbare Haut bis in die Gegend des vordern Randes der *Sclerotica*, bildet hier einen dickeren Theil, das *Corpus ciliare*, und setzt sich dann continuirlich in die *Iris* fort. Ihre äussere Fläche hängt nicht nur durch grössere Gefässe und Nerven, sondern auch sonst ziemlich innig an der *Sclerotica* an, so dass beim Blosslegen der *Chorioidea* immer ein Theil der Haut, bald mehr bald weniger, als ein zartes braunes Gewebe an der *Sclerotica* haften bleibt. Dies ist die sogenannte *Lamina fusca* der Autoren, welche von der Aderhaut zu trennen und als besondere Haut zu beschreiben kein Grund vorhanden ist, wenn auch in manchen Fällen einzelne Pigmentzellen, wie sie in ihr sich finden, bis zwischen das Bindegewebe der harten Haut sich hineinerstrecken. Die innere Fläche der *Chorioidea* ist glatt und an der *Ora serrata* sehr fest, sonst nur locker mit der *Retina* verbunden, vor der *Ora serrata* dagegen und namentlich an den *Processus ciliares* sehr innig mit der *Pars ciliaris retinae* und der *Hyaloidea* (der *Zonula Zinnii*) vereint, so dass sie nie rein von derselben zu lösen ist.

Die Aderhaut besteht wesentlich aus zwei Theilen, einer gefässreichen äusseren mächtigeren Schicht, der eigentlichen Aderhaut und einer innern deutlich gefärbten Lage, dem schwarzen Augenpigment, doch lässt sich die erstere noch in drei, freilich durchaus nicht scharf abgegrenzte Unterabtheilungen sondern, nämlich: 1) in eine äussere braune weiche Lamelle, welche die Ciliarnerven und langen Ciliargefässe trägt und vorn den *Musculus ciliaris* enthält, die äussere Pigmentschicht (*Lam. fusca et suprachorioidea* der Autoren), 2) in die minder gefärbte eigentliche Gefässlage, mit den grösseren Arterien und Venen, und 3) in eine farblose zarte, ein äusserst reiches Capillarnetz enthaltende innere Lage, die *Membrana choriocapillaris*, die jedoch nicht weiter als die *Ora serrata* nach vorn sich erstreckt. — Bezüglich auf die die eigentliche *Chorioidea* bildenden Gewebe, so findet sich hier, abgesehen von den allerdings einen sehr bedeutenden Theil derselben ausmachenden Gefässen und Nerven und von dem *Musculus ciliaris*, ein eigenthümliches Gewebe, das ich zu dem elastischen Gewebe stelle. In den äus-



Fig. 322.

Fig. 322. Zellen aus dem *Stroma* der *Chorioidea*. *a*. Pigmentirte Zellen, *b*. pigmentlose spindelförmige, *c*. Anastomosen der erstern, 350mal vergr. Vom Menschen.

sern Theilen der Haut ist diese Grundlage *(Stroma)* von spindel- oder sternförmigen, sehr unregelmässigen, ganz blassen oder mehr weniger braun pigmentirten, kernhaltigen Zellen, von 0,008—0,02‴ Länge gebildet, welche mit kürzeren und längeren meist sehr zarten (bis zu 0,005‴), aber etwas starren und blassen Fortsätzen vielfach unter einander anastomosiren und durch ihre grosse Menge ein häutiges lockeres Gewebe darstellen, das in vielem an feinfaserige elastische Membranen erinnert. Diese Zellennetze, die ich den Netzen der Saftzellen an die Seite stelle, gehen in den innern Lagen der *Chorioidea* und besonders in der *Membrana choriocapillaris* nach und nach in ein wenig und dann gar nicht mehr pigmentirtes, homogenes, kernhaltiges Gewebe über, das durch seine Resistenz in Säuren und Alkalien vom Bindegewebe sich unterscheidet, und dicht am schwarzen Pigment mit einem zarten, 0,0006‴ dicken, isolirbaren, structurlosen oder feinfaserigen Häutchen, das ich die elastische Lamelle der *Chorioidea* nennen will, endet.

Ausser den anastomosirenden Pigmentzellen enthält übrigens das *Stroma* der *Chorioidea*, wie ich schon (in m. Mikr. Anat. II, 2, p. 633) angab, auch eine homogene Zwischensubstanz, die ich jetzt als Bindesubstanz deute. So wird es denn begreiflich, dass bei Thieren die *Chorioidea* ächtes Bindegewebe enthalten kann (ich), welches nach *H. Müller* auch in der des Menschen nicht ganz fehlt. Die elastische Lamelle überzieht nach *Bruch* und *H. Müller* auch die *Proc. ciliares* und hat hier nach dem letztern an ihrer innern Oberfläche eine Menge z. Th. zierlich angeordneter mikroskopischer Unebenheiten, die in ihrer Totalität das *Reticulum* des Ciliarkörpers *(H. Müller)* bilden.

Das von *Brücke* und *Bowman* fast gleichzeitig als wirklich muskulös erkannte *Ligamentum ciliare* der Anatomen oder der *Musculus ciliaris s. Tensor chorioideae* (Fig 318, *k*) ist eine ziemlich dicke Schicht von radiären glatten Muskelbündeln, welche vom vordersten Rande der *Sclerotica* auf das *Corpus ciliare* übergehen, und in der vordern Hälfte desselben da, wo innen die *Processus ciliares* sitzen, sich verlieren. Genauer bezeichnet entspringt der Ciliarmuskel da, wo die *Sclerotica* die Furche zur Bildung des *Schlemm*'schen Venensinus hat und zwar von einem besondern derbern glatten Streifen (Fig. 318, *l*), der, indem er die innere Wand des genannten Canals bildet, mit der *Sclerotica* verschmilzt und auch zugleich einen Theil der Fasernetze, in welche die *Membr. Demoursii* ausläuft, aufnimmt, welche Fasern mit seinen ganz gleich beschaffenen, nur viel feineren, dichter anastomosirenden und kreisförmig verlaufenden Elementen völlig verschmelzen. Das Ende des *Musculus ciliaris* ist am angehefteten Theile der *Processus ciliares*, jedoch nicht in diesen selbst, und was seine Elemente anlangt, so sind dieselben etwas kürzer (0,02‴) und breiter (0,003—0,004‴) als die gewöhnlichen Faserzellen, dazu fein granulirt, zart und so vergänglich, dass sie beim Menschen nicht leicht zu isoliren sind. In neuester Zeit hat *H. Müller* am Ciliarmuskel eine besondere circuläre Lage entdeckt, die ich den *Müller*'schen Ringmuskel nenne. Derselbe (Fig. 318, *k'*) bildet die tiefste vorderste Schicht des *Musculus ciliaris* nahe an der Insection der *Iris* und hängt mit den

radiären Fasern derselben theils durch Durchflechtung, theils durch Umbeugen der Fasern zusammen.

Das schwarze Pigment (Fig. 418, *m*) kleidet als eine zusammenhängende rein zellige Schicht die innere Fläche der *Chorioidea* vollkommen aus und besteht bis zur *Ora serrata* aus einer einzigen Lage schöner, fast regelmässig sechsseitiger, 0,006—0,008''' grosser, 0,004''' dicker, zierlich mosaikartig aneinandergefügter Zellen, in denen reichlich angehäuftes braunschwarzes Pigment den Zellenkern meist nur als hellen Fleck im Innern erscheinen lässt, der jedoch, wie seitliche Ansichten lehren, in der äussern, an Pigmentzellen ärmern Hälfte der Zellen seinen Sitz hat. Von der *Ora serrata* an liegen die Pigmentzellen in mehreren, mindestens zwei Lagen, werden rundlich, kleiner und von Pigment ganz erfüllt, so dass selbst die Kerne kaum sichtbar sind. Alle Pigmentzellen sind sehr zartwandig und bersten äusserst leicht durch Druck; ihr Pigment besteht aus winzig kleinen, plattgedrückten, länglichrunden Körperchen von höchstens 0,0007''' Länge, welche zum Theil schon innerhalb der Zellen, noch schöner, wenn sie frei sind, das Phänomen der Molecularbewegung in ausgezeichneter Weise darbieten. — In den Augen von Albinos fehlt das Pigment der *Chorioidea*, ganz eben so, wenigstens theilweise, in der Region des *Tapetum* der Thiere, doch sind an diesen beiden Orten die Zellen, die dasselbe sonst enthalten, da, nur vollkommen blass.



Fig. 323.

In der Regenbogenhaut findet sich abweichend von der *Chorioidea* auch wirkliches Bindegewebe, welches mit zarten lockigen Bündeln, die zum Theil radiär, zum Theil, besonders am Ciliarrande, circulär verlaufen und mannigfach unter einander verflochten sind, die Hauptmasse des *Stroma* dieser Haut darstellt, und gegen die Oberfläche derselben zu einer mehr homogenen Lage sich gestaltet. In demselben finden sich eine grosse Zahl von meist spindel- und sternförmigen, seltner rundlichen, häufig pigmentirten Zellen (Saftzellen), die zum Theil netzförmig anastomosiren, dann auch einige wenige starre, blasse wie elastische Fasern, die als Ausläufer des *Lig. iridis pectinatum* oder der *Demours*'schen Haut über einen Theil der vor-

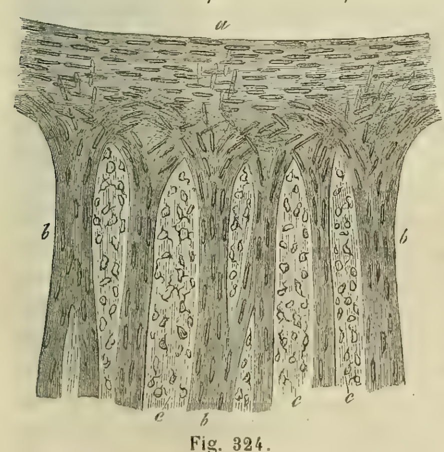


Fig. 324.

Fig. 323. Zellen des schwarzen Pigments des Menschen. *a*. Von der Fläche, *b*. von der Seite, *c*. Pigmentkörner.

Fig, 324. Ein Theil des *Sphincter* und *Dilatator pupillae* des weissen Kaninchens mit Essigsäure behandelt. 350mal vergr. *a*. *Sphincter*, *b*. Bündel des *Dilatator*, *c*. hellgewordenes Bindegewebe mit Saftzellen.

dern Fläche bis zum *Annulus minor* sich erstrecken, endlich auch die glatten Muskelfasern der *Iris*, die genau von derselben Beschaffenheit sind, wie die der *Chorioidea.* Dieselben bilden beim Menschen einen sehr deutlichen Schliessmuskel der Pupille, *Sphincter pupillae,* in Form eines $\frac{1}{4}'''$ breiten, genau am Pupillarrande der *Iris* befindlichen und der hintern Fläche etwas näheren platten Ringes, der an einer blauen *Iris* nach Entfernung des hinteren Pigmentes mit und ohne Anwendung von Essigsäure leicht zu erkennen ist, und auch in seine 0,02—0,03''' langen Elemente sich zerlegen lässt. Ausser diesem grössern Muskelringe finde ich in der Gegend des *Annulus iridis minor* noch einen ganz schmalen, der vordern Irisfläche näheren Muskelring, von nur $\frac{1}{40}'''$ Breite. Den *Dilatator pupillae* habe ich noch nicht, wie *Brücke,* bis zum *Lig. pectinatum* und dem Rande der Glaslamelle der *Cornea* verfolgt, vielmehr schien mir derselbe in der Substanz der *Iris* am Ciliarrande zu beginnen. Derselbe besteht aus vielen schmalen Bündeln, die, weit entfernt eine zusammenhängende Haut zu bilden, jedes für sich und zwar mehr an der hintern Fläche der *Iris* zwischen den Gefässen nach innen verlaufen und an den Rand des *Sphincter* sich inseriren.

Die *Iris* besitzt, abweichend von der *Chorioidea,* an der vordern und hintern Fläche eine Zellenlage. Die letztere, die sogenannte *Uvea* der Autoren, oder das schwarze Pigment der *Iris* (Fig. 318, *n*), ist eine 0,008—0,01''' dicke Lage kleiner, dicht erfüllter Pigmentzellen, ähnlich denen des *Corpus ciliare,* mit denen sie auch ununterbrochen zusammenhängen, welche die ganze hintere Irisfläche überzieht und bis an den Rand des Sehloches sich erstreckt. An Falten der *Iris* erscheint die Pigmentlage an ihrer freien Fläche durch eine feine aber scharf gezeichnete Linie begrenzt, welche von mehreren Anatomen als besondere Haut *(Membrana pigmenti Krause, M. limitans Pacini, Brücke, H. Müller, M. Jacobi Arnold)* beschrieben wurde, und auch in der That in alten Augen und bei Zusatz von Alkalien stellenweise von dem Pigmente sich abhebt. Da jedoch in solchen Fällen die Pigmentschicht immer einer scharfen Contour ermangelt, und die Körner derselben blossgelegt sind und sich zerstreuen, so scheint mir diese Haut nichts als die vereinten äussern Zellwandungen der Pigmentzellen zu sein, welche, wie auch von andern Orten her (Darmzotten z. B.) bekannt ist, in ihrer Totalität, scheinbar als eine besondere Haut sich abheben. — Die Zellenlage der vordern Irisfläche ist ein einfaches Epithel mehr rundlicher und bedeutend abgeplatteter Zellen, die an der gefalteten *Iris* nicht als ein zusammenhängender, überall gleich breiter heller Saum, sondern mehr nur durch einzelne leichte Erhebungen sich bemerklich machen. Besser noch erkennt man diese Lage nach Entfernung des hintern Pigmentes auf Flächenansichten, und dann durch Abschaben der vordern Irisfläche. — Die Farbe der *Iris* rührt im blauen Auge nur von dem durchschimmernden hintern Pigmente her, in gelbbräunlichen, braunen und schwarzen Augen dagegen von einem besonderen Irispigmente, das sehr unregelmässig vertheilt ist und so die besondern Zeichnungen der vordern Fläche hervorbringt. Dasselbe sitzt einmal im *Stroma* selbst, und zwar vor Allem in den Saftzellen desselben, dann aber auch, wie mir scheint, frei zwischen den Fasern und Gefässen und in den Faserzellen des *Sphincter pupillae,*

endlich in der vordern Epithelialschicht und besteht aus grössern oder kleinern gelben, goldgelben oder bräunlichen unregelmässigen Körnern, Klümpchen und Streifen, nie aus den regelmässigen Pigmentkörnchen des eigentlichen Augenpigments.

Die Gefässe der *Tunica vasculosa* sind äusserst zahlreich und verhalten sich in den verschiedenen Theilen derselben verschieden. Die *Chorioidea* erhält ihr Blut von den *Art. ciliares posteriores breves*, etwa 20 kleinen Arterien, welche im hintern Umfange des Augapfels näher oder ferner vom Sehnerven die *Sclerotica* durchbohren, gabelförmig sich spaltend in der mittleren oder Gefässschicht derselben nach vorn laufen und in dreierlei Aeste sich theilen, 1) äussere, welche, nachdem sie durch fortgesetzte Theilungen eine gewisse Feinheit erlangt haben, direct in die *Venae vorticosae* übergehen; 2) innere, welche unmittelbar unter dem Pigment in der sogenannten *Membrana choriocapillaris* oder *Ruyschiana* in ein Capillarnetz übergehen, und 3) vordere, die in das *Corpus ciliare* und die *Iris* sich fortsetzen. Das eben erwähnte Capillarnetz der innersten Lage der *Chorioidea*, das bei Thieren mit *Tapetum* innen an demselben liegt und leicht als besondere Haut sich darstellen lässt, was auch beim Menschen an injicirten und frischen Präparaten stellenweise gelingt, ist eines der zierlichsten und dichtesten; die es gibt, indem die Maschen desselben bei einer Weite der Gefässe von 0,004''' nur 0,002—0,005''' messen und die Capillaren wie sternförmig von den grösseren Gefässen ausgehen. Dasselbe reicht, wie schon erwähnt, nur bis zur *Ora serrata* und macht hier etwas gröberen Gefässconvoluten mit Gefässen von 0,004''' Platz, welche, von den vorderen Aesten der *Ciliares post. breves* ausgehend, die *Processus ciliares* bilden und so dicht sind, dass ausser den Gefässen und einer mehr homogenen, die Ciliarfortsätze stützenden Hülle kein anderes Gewebe in denselben da zu sein scheint. Von diesen verschiedenen Gegenden und vom Ciliarmuskel, der ebenfalls von den genannten Arterien einige Zweigchen erhält, fliesst das Blut ab vorzüglich durch die *Venae vorticosae*, welche auf den Arterien aufliegend zwei obere und zwei untere (auch wohl 5 und 6) zierliche Gefässsterne oder Wirtel bilden, ferner im Grunde des Augapfels durch einige kleine *Venae ciliares posticae breves*, welche Venen alle in derselben Weise wie die Arterien die *Sclerotica* durchbohren.

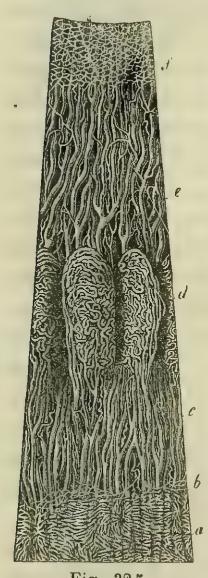


Fig. 325.

Die *Iris* erhält ihr Blut einmal von den Arterien der *Chorioidea* und dann von den *Art. ciliares post. longae* und den *Art. ciliares anticae.*

Fig. 325. Gefässe der *Chorioidea* und *Iris* eines Kindes, nach *Arnold*. Von innen angesehen, 10mal vergr. *a.* Capillarnetz des hintern Abschnittes der *Chorioidea* an der *Ora serrata b.* endend, *c.* Arterien der *Corona ciliaris*, die Ciliarfortsätze *d.* versorgend und zum Theil auf die *Iris e.* übergehend, *f.* Capillarnetz der Innenfläche des Pupillarrandes der *Iris*.

Die erstern dringen mit ihren vordern Aesten zum Theil zwischen den Ciliarfortsätzen direct in die Blendung, zum Theil bilden sie, nachdem sie die Ciliarfortsätze versorgt haben, am Rande und vorderen Ende derselben kleine Stämmchen, die ebenfalls zur *Iris* weiter gehen. Die *Ciliares longae*, zwei an der Zahl, durchbohren etwas vor den *breves* rechts und links die *Sclerotica*, laufen in der äussern Pigmentschicht der *Chorioidea* bis zum *Tensor chorioideae*, in welchem sie, jede in 2 Aeste gespalten und mit den *Ciliares anticae* vereint, welche 5—6 an der Zahl die *Sclerotica* durchbohren, oberflächlich im genannten Muskel einen unregelmässigen Arterienring, den *Circulus art. iridis major* erzeugen. Aus diesem gehen neben kleinen Gefässen aus ihm oder aus den ihn bildenden Gefässen für den Spannmuskel sehr viele radiär und geschlängelt in die *Iris* sich fortsetzende Aeste ab, welche mit den schon genannten Arterien aus der *Chorioidea* theils eine geringe Menge wirklicher Capillaren erzeugen, von denen namentlich eine Lage an der hintern Fläche des Pupillarrandes unter dem Pigmente sich befindet *(Arnold)*, theils unter fortgesetzten Theilungen bis zum Pupillarrande verlaufen, wo sie als feine aber auch noch nicht capillare Stämmchen schlingenförmig in Venen umbiegen, nachdem sie in der Gegend des *Annulus iridis minor* noch einen zweiten meist unregelmässigen *Circulus arteriosus minor* gebildet haben. Die Venen der *Iris* entspringen aus den genannten Arterien und Capillaren, verlaufen, abgesehen von häufigen queren Anastomosen, ebenfalls radiär und münden 1) mehr von der hintern Fläche der *Iris* in die *Vasa vorticosa*, 2) in die *Venae ciliares posticae longae* und 3) nach *Arnold* und *Retzius* auch in den *Schlemm*'schen Canal, einen zwischen dem vordersten Rande der *Chorioidea* und *Sclerotica* befindlichen engen ringförmigen Canal (Fig. 318, *h*), aus dem dann die *Venulae ciliares anticae* durch die *Sclerotica* das Blut nach aussen leiten. Nach *Thiersch* ist jedoch der *Can. Schlemmii* ein Artefact.

Die Nerven der *Tunica vasculosa* sind ebenfalls recht zahlreich, allein einzig für den Ciliarmuskel und die *Iris* bestimmt (nach *v. Wittich* soll auch die *Chorioidea* einzelne Nervenästchen bekommen, was ich noch nicht gesehen habe. Im Vogelauge ist diese Haut sehr nervenreich *v. W.*). Es sind die *Nervuli ciliares*, die mit 15—18 Stämmchen die *Sclerotica* hinten durchbohren, dann in der äussern Lamelle der *Chorioidea* zum Theil in Furchen der *Sclerotica* nach vorne ziehen und schon vor ihrem Eintritt in den Ciliarmuskel mehrfach gabelig sich spalten. In demselben lösen sie sich in ein reiches und dichtes Geflecht auf, aus dem theils viele

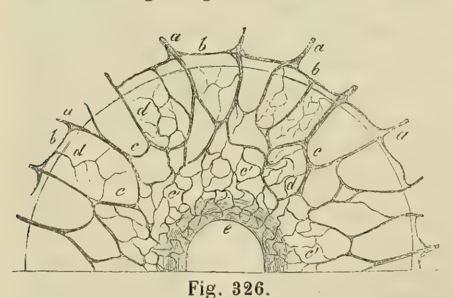


Fig. 326.

Fig. 326. Nerven der Irishälfte eines weissen Kaninchens, nach Behandlung mit Natron, 50mal vergr. *a. Nervuli ciliaris*, *b.* Anastomosen derselben am Rande der *Iris*, *c.* stärkere bogenförmige Verbindungen derselben in der *Iris*, *c'.* feinere Netze derselben in den innern Theilen, *d.* Endigungen von einzelnen Nervenfädchen in den äussern Theilen der *Iris*, *e. Sphincter pupillae.*

Fäden für den genannten Muskel und die Hornhaut, theils die eigentlichen Irisnerven hervorgehen. Die letztern verlaufen mit den Blutgefässen unter zahlreichen Theilungen und namentlich im *Annulus minor* gelegenen Anastomosenbildungen bis zum Pupillarrande, wo sie nach wiederholten Theilungen und Schlingenbildungen wahrscheinlich frei enden. Die Elemente aller dieser Nerven sind in den Stämmen mittelfeine und feine von 0,002—0,004''', und betragen in der *Iris* nur noch 0,001—0,002'''.

An der Eintrittsstelle des Sehnerven geht nach *H. Müller* die innerste Schicht der *Chorioidea* in einen dünnen Ring von Fasern von der Art der elastischen über. Nach demselben Autor finden sich in der *Lamina cribrosa* ausnahmsweise sternförmige Pigmentzellen vor, die selbst noch weiter hinein in den Anfang der Opticusausstrahlung sich hineinziehen können. — Die pathologischen Veränderungen der Gefässhaut haben *Donders* und vor Allem *H. Müller* (Arch. f. Ophthalm 2, 2) studirt. Am interessantesten sind drusige Excrescenzen, die, wie *H. Müller* gezeigt hat, von der Glaslamelle der *Chorioidea* ausgehen, das Pigment verdrängen und einen Druck auf die Netzhaut ausüben, Bildungen, die *Donders* fälschlich für metamorphosirte Pigmentzellen genommen hatte. Der *Müller*'sche Ringmuskel ist etwas nach *H. Müller* auch von *Rouget* beschrieben worden, und später hat ihn auch *Arlt* gesehen. *Van Reeken* dagegen hatte den Muskel übersehen, doch ist derselbe jetzt von einem andern Schüler von *Donders* bestätigt worden. *H. Müller* hat gestützt auf die Auffindung des Muskels, auch eine neue und bessere Anomodationstheorie aufgestellt.

§. 230.

Nervenhaut, *Retina*. Die Nervenhaut ist die innerste der fünf Häute des Augapfels und liegt der Gefässhaut dicht an, endet jedoch mit ihren ächt nervösen Elementen schon an der *Ora serrata* mit einem wellenförmigen Rande, *Margo undulato-dentatus s. Ora serrata retinae*, der einerseits mit der *Chorioidea*, andrerseits mit der *Hyaloidea* sehr innig zusammenhängt. Auf den Ciliartheil der *M. hyaloidea* setzt sich die *Retina* mit einer eigenthümlichen Zellenlage fort, die unten besprochen werden soll.

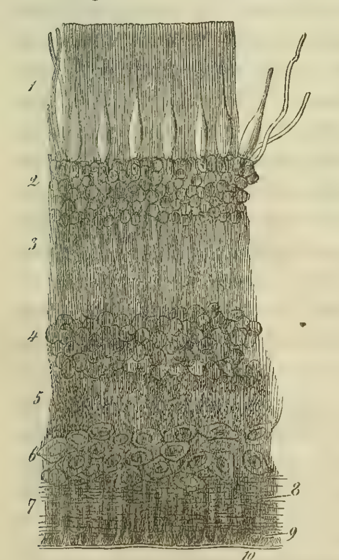


Fig. 327.

Die *Retina* ist eine zarte, freilich fast vollkommen durchsichtige und helle, im Tode weissliche und undurchsichtige Haut, welche an der Eintrittsstelle des Sehnerven zum Theil in continuirlichem Zusammenhang mit demselben beginnt, anfangs die Dicke von 0,1''' besitzt, nach vorn zu jedoch bald auf 0,06''' sich verdünnt, bis sie schliesslich nahe an ihrem vorderen Rande nur noch 0,04''' beträgt und endlich ganz scharf ausläuft. Trotz dieser verschiedenen Dicke lassen sich doch überall von

Fig. 327. Senkrechter Schnitt durch die menschliche *Retina*, 6''' vor dem Opticuseintritt, 350mal vergr. 1. Stäbchenschicht, 2. äussere Körnerschicht, 3. Zwischenkörnerschicht, 4. innere Körnerschicht, 5. feinkörnige graue Lage, 6. Lage von Nervenzellen, 7. Opticusfasern, 8. *Müller*'sche Fasern in derselben, 9. Enden dieser, 10. *Limitans*.

aussen nach innen folgende Schichten deutlich an ihr unterscheiden: 1) die Schicht der Stäbchen und Zapfen, 2) die Körnerschicht, 3) die Lage von grauer Nervensubstanz, 4) die Ausbreitung des Opticus und 5) die Begrenzungshaut, welche Schichten, mit Ausnahme der innersten überall gleich starken Lage, im Allgemeinen mit der Dicke der ganzen *Retina* nach vorn zu an Stärke abnehmen.

1. Die Schicht der Stäbchen und Zapfen, *Stratum bacillorum s. Membrana Jacobi* (Fig. 328, 1) ist eine sehr merkwürdige, aus unzähligen das Licht stark reflectirenden stäbchen- und zapfenförmigen Körperchen äusserst regelmässig zusammengesetzte Schicht, welche bisher mit Ausnahme von *H. Müller* (s. unten) bei Thieren ganz unrichtig aufgefasst worden ist und auch vom Menschen nur sehr oberflächlich bekannt war. Dieselbe besteht aus zwei Elementen, den Stäbchen, *Bacilli*, und den Zapfen, *Coni*, welche zusammen eine einzige, im Grunde des Auges 0,036‴, weiter vorn 0,030‴, zu vorderst noch 0,028‴ starke Lage bilden (nach *H. Müller* beträgt die Dicke derselben 0,04—0,06mm) und im Allgemeinen so angeordnet sind, dass die zahlreicheren Stäbchen ihre dickeren Enden nach aussen kehren, während bei den Zapfen gerade das Umgekehrte der Fall ist, weshalb die letzteren bei nicht vollkommner Untersuchung eine innere, besondere schmälere, zwischen den innern Enden der Stäbchen gelegene Schicht auszumachen scheinen. Nach innen endet diese Lage durch eine ziemlich scharfe Linie, die Begrenzungslinie der Stäbchenschicht, die von vielen an einander stossenden seitlichen Vorspüngen ihrer Elemente herrührt.

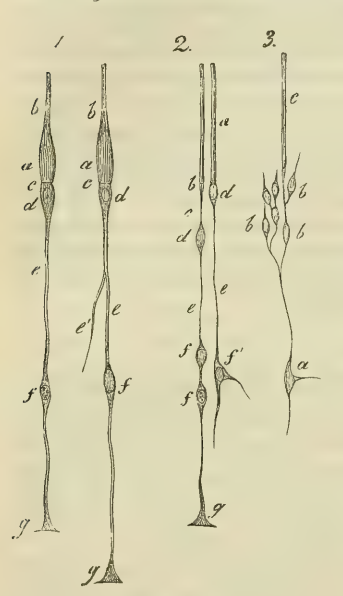


Fig. 328.

Die Stäbchen (Fig. 329, 2) sind beim Menschen cylindrische, schmale, lange Körperchen, die in der ganzen Dicke der Stäbchenschicht überall die-

Fig. 328. Elemente der Stäbchenlage im Zusammenhange mit den *Müller*'schen Fasern, vom Menschen, 350mal vergr. 1. Zapfen mit *Müller*'schen Fasern. *a.* Dickerer Theil des Zapfens oder eig. Zapfen, *b.* Stäbchen auf demselben, der eine länger, *c.* ringförmiges Leistchen am innern Ende des Zapfens, *d.* kerntragende Anschwellung (Zellenkörper) desselben, bereits in der äussern Körnerlage, *e. Müller*'sche Faser, in welche dieselbe sich fortsetzt, *e'.* seitlicher, nach innen tretender Ausläufer der einen solchen Faser, *f.* Korn (Zelle) der innern Körnerlage, *g.* inneres Ende der *Müller*'schen Faser. 2. Stäbchen mit *Müller*'schen Fasern. *a.* Stäbchen, *b.* Querleistchen am innern Ende derselben, *c.* Anfang der *Müller*'schen Fäden, *d.* Körner der äussern Körnerlage, eines am Stäbchen dicht ansitzend, *e. Müller*'sche Fasern in der Zwischenkörnerschicht, *f.* innere Körner, *f'.* ein solches mit einem seitlichen Ausläufer, *g.* innere Enden der *M.* Fasern. 3. Ein inneres Korn *a.* mit 3 Ausläufern, von denen der äussere sich verästelt und mehrere äussere Körner *b.* und Stäbchen trägt, von denen nur eines *c.* gezeichnet ist.

selbe Breite besitzen und am innern Ende mit einem dünnen Ausläufer oder oder dem *Müller*'schen Faden in die inneren Retinalagen sich fortsetzen. Jedes Stäbchen ist ein 0,028—0,036‴ langer, 0,0008‴ breiter Cylinder, der am äussern Ende quer abgestutzt ist, während das innere Ende in der Höhe der Begrenzungslinie der Stäbchenschicht in eine kurze, 0,002—0,003‴ lange Spitze ausläuft, welche häufig durch eine zarte quere Linie von dem übrigen Stäbchen abgesetzt ist, und schon zum Ausläufer des Stäbchens gerechnet werden muss. Diese Spitze verlängert sich unmittelbar in einen äusserst zarten, nur 0,0002—0,0003‴ starken Faden von überall gleicher Breite, der in später zu beschreibender Weise mit den übrigen Elementen der *Retina* sich verbindet. — Die Substanz der Stäbchen ist hell, homogen, mit schwachem Fettglanz, sehr weich und biegsam und dabei leicht brechend, so dass sie nur in ganz frischen Augen in ihrer wahren Länge erkannt werden. Ihre Zartheit ist so gross, dass sie schon durch Wasser die mannigfachsten Veränderungen erleiden, oft bis zum Unkenntlichwerden, wie verschiedentlich hakenförmig sich krümmen, zusammenbiegen, einrollen, kräuseln, in zwei oder mehr Stücke brechen und helle Tropfen austreten lassen, die man oft in ungeheurer Menge, zum Theil von den Stäbchen, zum Theil von den geborstenen Pigmentzellen der *Chorioidea* stammend, an der äussern Seite der *Retina* findet. Eine der gewöhnlichsten Veränderungen ist auch die, dass die Spitze, wenn sie nicht abfällt, was sehr häufig der Fall ist, varicös sich aufbläht, lanzettförmig wird und selbst zu einer Kugel sich gestaltet, an welcher dann oft noch der verschieden lange Faden sitzt, wozu dann häufig noch eine hakenförmige Umbiegung oder ein leichtes Anschwellen des stumpfen Endes des Stäbchens kommt. Von Reagentien werden die Stäbchen fast ohne Ausnahme sehr alterirt, vor allem die Stäbchen selbst, die trotz ihrer grösseren Breite doch minder Widerstand leisten als die Fäden. Aether und Alkohol machen dieselben zusammenschrumpfen und runzelig, oft unkenntlich, lösen sie aber nicht, eben so wenig kochendes Wasser. In Essigsäure von 10% verkürzen sich dieselben augenblicklich sehr stark, blähen sich an mehreren Orten auf und zerfallen in helle Tröpfchen, die anfänglich noch Widerstand leisten, später dagegen verschwinden (die Stäbchen der Frösche quellen in Essigsäure um das 2- bis 3fache auf und rollen sich meist ein). Concentrirte Essigsäure löst sie in kurzer Zeit, ebenso Alkalien und Mineralsäuren, wogegen verdünnte Chromsäure sie, wenn auch etwas geschrumpft, doch noch am besten erhält. Durch concentrirte Zuckerlösung und SO_3 werden sie roth, durch NO_5 und KO gelblich. — Alles

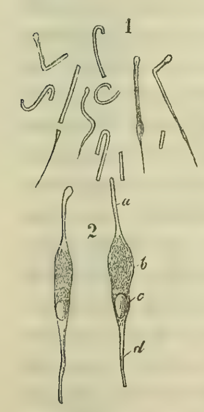


Fig. 329.

Fig. 329. Veränderte Elemente der Stäbchenlage des Menschen. 1. Von ihren Fäden abgerissene Stäbchen in verschiedenen Zuständen der Knickung, Biegung, Varicositätenbildung, zum Theil auch gebrochen. 2. Zwei Zapfen durch Chromsäure angeschwollen mit granulirtem Inhalt und glänzendem *Nucleus*, der eine mit einem verkürzten, der andere mit einem am Ende angeschwollenen Stäbchen. *a.* Stäbchen, *b.* Zapfen, *c.* Kern, *d. Müller*'sche Fasern, abgerissen. 350mal vergr.

zusammengenommen wird es wohl erlaubt sein, die Hauptmasse der Stäbchen als eine Proteinverbindung anzusehen, und dieselben als zarte Röhren mit zähem eiweissartigem Inhalt zu betrachten.

Die Zapfen, *Coni* (Fig. 329, 1), sind etwas kürzere Stäbchen, die an ihrem innern Ende mit einem zapfen- oder birnförmigen Körper versehen sind, der bei einer der halben Dicke der Stäbchenschicht gleichkommenden Länge (von 0,007—0,015‴) die Breite von 0,0020—0,0030‴ besitzt. Ein jeder dieser Zapfen besteht frisch aus einer fast homogenen oder äusserst fein granulirten, leicht glänzenden Substanz, welche, abgesehen davon, dass sie heller ist, an die der Stäbchen erinnert und sich auch fast so leicht verändert, namentlich gern aufquillt. Die Stäbchen aussen an den Zapfen, oder die Zapfenstäbchen sind manchmal ebenso lang wie die freien Stäbchen, manchmal etwas kürzer. Ihnen gegenüber setzen die Zapfen mit einer Einschnürung in eine 0,003‴ lange birnförmige Anschwellung mit einem Zellenkern, das Zapfenkorn, sich fort, die schon in der äussern Körnerschicht liegt und durch einen feinen Faden, ähnlich dem an den Stäbchen mit den innern Retinatheilen sich vereint.

Die Stellung der Stäbchen und Zapfen ist so, dass dieselben alle dicht neben einander wie Pallisaden senkrecht auf der *Retina* stehen und mithin das eine Ende nach aussen gegen die Pigmentzellen, *Chorioidea*, an denen sie ziemlich fest anhaften, das andere gegen die Körnerschicht zuwenden. Die Zapfen bilden in der Nähe des gelben Fleckes eine fast zusammenhängende Lage (Fig. 331, 2), so dass die Stäbchen nur in einfachen Reihen zwischen denselben stehen, weiter nach vorn rücken dieselben jedoch auseinander, so dass sie zuerst um 0,002—0,003‴, in den vordern Theilen der *Retina* selbst um 0,004—0,005‴ von einander abstehen (Fig. 331, 3) und mehr Stäbchen zwischen denselben Platz haben. Von aussen betrachtet zeigt die Stäbchenschicht, wenn die äusserste Oberfläche eingestellt ist, näher oder ferner stehende rundliche, von einer hellen Verbindungssubstanz, die auch sonst zwischen den Elementen dieser Schicht sich findet (beim Pferde bildet diese Substanz eine Art Membran, *H. Müller*), erfüllte Lücken, entsprechend den Zapfen, in denen ein dunkler kleiner Kreis, die Endfläche oder der scheinbare Querschnitt des an den Zapfen sitzenden Stäbchen erscheint, und ringsherum in einfachen, doppelten oder mehrfachen, netzförmig verbundenen Zügen die mosaikartig, dicht aneinander gedrängten Endflächen der eigentlichen Stäbchen (Fig. 331).

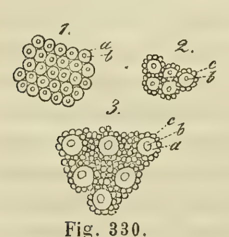


Fig. 330.

2. Die Körnerschicht, *Stratum granulosum* (Fig. 329, 3), besteht aus hellen, in Wasser dunkel werdenden und das Licht ziemlich stark zurückwerfenden granulirten Körpern von runder oder ovaler Gestalt und

Fig. 330. Stäbchenschicht von aussen. 1. Am gelben Fleck (nur Zapfen), 2. an der Grenze desselben, 3. von der Mitte der Retina. *a*. Zapfen oder denselben entsprechende Lücken, *b*. Stäbchen der Zapfen, deren Endfläche manchmal etwas tiefer steht als die eigentlichen Stäbchen *c*. 350mal vergr.

0,002—0,004''' Grösse, welche bald wie freie Kerne, bald wie kleine, von grossen Kernen fast ganz erfüllte Zellen sich ausnehmen, jedoch meinen Erfahrungen zufolge alle in die letzte Kategorie gehören möchten. Ich finde nämlich besonders an Chromsäurepräparaten, dass von jedem Korn regelmässig nach beiden Seiten sehr feine, 0,0002—0,0003''' starke Fäden abtreten, welche in vielen Fällen deutlich von einer blassen Contour derselben ausgehen, so dass das Ganze im Kleinen einer bipolaren Ganglienzelle sehr ähnlich ist. Beim Menschen liegen die Körner überall in zwei Lagen, einer äusseren stärkeren von 0,018—0,026''' (2) und einer innern schwächern (4) von 0,012—0,026''', welche durch eine helle, 0,010—0,039''' mächtige, feingranulirte und senkrecht streifige Lage die Zwischenkörnerschicht (3) von einander gesondert sind. Die äussere Körnerschicht besteht aus den eigentlichen äussern Körnern (Fig. 328, 2 *d*), die mit den fadigen Ausläufern der Stäbchen zusammenhängen oder den Stäbchenkörnern und aus den oben beschriebenen Zapfenkörnern (Fig. 328, 1 *d*), während die Körner der innern Schicht, die um ein unmerkliches grösser sind, als die der äussern, sowohl mit den Ausläufern der Stäbchen als der Zapfen sich verbinden.

3) Die Lage grauer Hirnsubstanz (Fig. 328, 5) ist gegen die Körnerschicht ziemlich scharf abgegrenzt, weniger gegen die Lage der Opticusfasern, zwischen deren Elemente dieselbe sich mehr oder weniger hineinzieht. Dieselbe besteht überall 1) aus einer äussern feinkörnigen und feinfaserigen Lage (der Lage grauer Nervenfasern von *Pacini*) und 2) einer innern Schicht von multipolaren Nervenzellen. Die letztern, ganz vom Character derjenigen des Gehirns, nur heller, schwanken zwischen 0,004 und 0,016''' und sind meist birnförmig oder rundlich, auch wohl in 3—5 Ecken ausgezogen und besitzen alle 1—6 und mehr von *Bowman* zuerst beobachtete (s. *Lectures on the eye, p.* 125), lange blasse verästelte Fortsätze, ähnlich denen der centralen Nervenzellen. In allen Fällen, wo diese Nervenzellen an senkrechten Schnitten deutlich sind, gehen 1—2 Fortsätze derselben nach aussen ab, und verlieren sich in der innern Körnerlage (siehe unten, während die andern horizontal verlaufen und zum Theil in genuine, varicöse Opticusfasern sich fortsetzen *(Corti, Remak,* ich, *H. Müller)*, zum Theil entferntere Nervenzellen verbinden *(Corti)*, was ich für einen Fall bestätigen kann (Fig. 332).



Fig. 331.

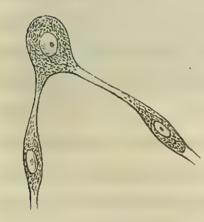


Fig. 332.

Fig. 331. Zwei Nervenzellen des Menschen, 350mal vergr. Die kleinere mit zwei Fortsätzen nach aussen und nur einer entspringenden varicösen Nervenfaser, die andere mit einem sich theilenden Fortsatze, der in 3 Nervenfasern übergeht und zwei abgerissenen solchen.

Fig. 332. Drei anastomosirende Nervenzellen aus der *Retina* des Menschen, 350mal vergrössert.

Die Kerne dieser Nervenzellen, die gegen Reagentien, wie die der Zellen des Gehirns sich verhalten, messen 0,003—0,005''' und haben meist einen ganz deutlichen *Nucleolus.* Die feinkörnige Lage grauer Substanz besteht neben einer feinkörnigen Grundsubstanz ganz und gar einmal aus den äussern Ausläufern der Nervenzellen und zweitens aus den Fortsetzungen der *Müller*'schen Fäden an den Stäbchen und Zapfen in die innersten Theile der *Retina.* Dieselbe misst 0,015—0,026''', während die Nervenzellen am gelben Fleck eine Lage von 0,045—0,052''' bilden, und von da nach vorn zu immer mehr abnehmen, bis sie schliesslich nur noch ganz vereinzelt sich finden.

4. Nach innen von der genannten Schicht folgt die Ausbreitung des Opticus (7). Dieser Nerv verhält sich vom Chiasma an, über das S. 315 nachzusehen ist, bis zum Auge wie ein gewöhnlicher Nerv, und bilden seine 0,0005—0,002''' starken, sehr zu Varicositäten geneigten dunkelrandigen Fasern polygonale, von gewöhnlichem Neurilem umfasste Bündel von 0,048—0,064''' Dicke. Am Auge angelangt verliert sich die Scheide des Sehnerven in der *Sclerotica,* welche eine von aussen nach innen sich verengernde trichterförmige Oeffnung zum Durchtritte des Nerven hat, und ebenso endet auch das innere Neurilem in der Ebene der innern Oberfläche der genannten Haut und der *Chorioidea,* allwo es mit der obengenannten *Lamina cribrosa* zusammenhängt, so dass die Nervenröhren des Opticus allein für sich ohne ihre bindegewebigen Hüllen in das Innere des Auges treten. Innerhalb des Canales der *Sclerotica* und bis zu der leichten Erhebung, dem *Colliculus nervi optici,* mit welcher derselbe an der innern Oberfläche der *Retina* vortritt, ist der Opticus noch weiss und mit dunkelrandigen Röhren versehen, von da an werden dagegen seine Elemente beim Menschen und bei vielen Thieren ganz hell, gelblich oder graulich durchscheinend, wie die feinsten Röhren in den Centralorganen und messen durchschnittlich nicht mehr als 0,0006—0,0008''', während nicht wenige nur 0,0002—0,0004 betragen, einzelne allerdings auch bis zu 0,001, 0,0015 selbst 0,002''' heraufgehen. Was sie vor andern blassen Nervenendigungen auszeichnet, ist der Mangel von Kernen in ihrem Verlauf, ein etwas stärkeres Lichtbrechungsvermögen und das in der Leiche constante Vorkommen von Varicositäten, welche zwei letztern Momente, wenn auch nicht gerade auf ein Nervenmark, wie in gewöhnlichen Nerven, doch wenigstens auf einen theilweise halbflüssigen und vielleicht noch etwas fetthaltigen Inhalt schliessen lassen, und die Nervenfasern der *Retina* den zartesten Elementen des Gehirns an die Seite stellen. Axenfasern habe ich an den Retinafasern noch nicht darzustellen vermocht, dagegen glaube ich an den häufig geborstenen grösseren Varicositäten eine Hülle unterschieden zu haben. Auf jeden Fall bestehen die Retinafasern nicht bloss, auch nicht einmal vorwie-

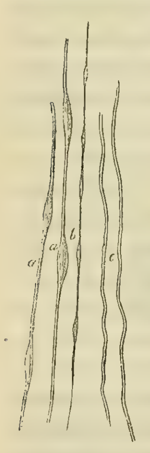


Fig. 333.

Fig. 333. Elemente der Opticusausbreitung des Menschen, 350mal vergr. *a.* Evidente gröbere Nervenröhren mit Varicositäten, *b.* eine feinere solche, wellenförmige blasse Fasern ohne Varicositäten, die wahrscheinlich zu den *Müller*'schen Fasern gehören.

gend, aus gewöhnlichem Nervenmark, denn wenn man dieselben auch noch so eindringlich mit Aether behandelt, so bleiben dieselben zwar schmäler, aber deutlicher und dunkler als früher zurück. So behandelte Fasern quellen in kalter Essigsäure wieder auf und lösen sich in Alkalien, bestehen mithin wohl unzweifelhaft vorzugsweise aus stickstoffhaltiger Substanz.

Den Verlauf der Nervenfasern in der *Retina* anlangend, so ist so viel sicher, dass dieselben vom *Colliculus nervi optici* aus radienartig nach allen Seiten ausstrahlen und eine zusammenhängende hautartige Ausbreitung bilden, welche bis zur *Ora serrata retinae* sich erstreckt und nur in der Gegend des gelben Fleckes eine grössere Unterbrechung zeigt. In dieser eigentlichen Nervenhaut sind die Nervenfasern zu grösseren und kleineren, meist 0,01—0,012''' breiten, seitlich leicht comprimirten Bündeln zusammengefasst, welche entweder unter sehr spitzen Winkeln mit einander anastomosiren oder auf lange Strecken parallel neben einander verlaufen. Am gelben Fleck geht nur ein kleiner Theil Opticusfasern in geradem Verlauf gegen das innere Ende desselben, während der andere viel grössere um den seitlichen Theil desselben zu erreichen, je weiter nach vorn um so grössere Bogen beschreibt. Alle diese Fasern verlieren sich am Flecke selbst in der Tiefe zwischen seinen Nervenzellen, so dass derselbe keine oberflächliche Lage von Opticusfasern hat, und entspringen höchst wahrscheinlich von den Fortsätzen seiner Zellen (*Remak*). Aussen am Fleck strecken sich die Fasern nach und nach und nehmen endlich wieder einen geraden Lauf an. Was die Endigungen dieser Nerven anlangt, so wird es nach den neusten Untersuchungen mehr als wahrscheinlich, dass dieselben alle in die Ausläufer der Nervenzellen der *Retina* übergehen, ein Verhalten, das dem histiologischen Sprachgebrauche zufolge besser so bezeichnet wird, dass dieselben alle von diesen Zellen ihren Ursprung nehmen. Die Dicke der Opticuslage beträgt neben dem Opticuseintritt 0,090''', 4—6''' nach vorn 0,028—0,036''', ganz vorn und am Rande der *Macula lutea* über 0,002''', im Grunde des Auges 0,036''', 2''' nach aussen vom gelben Fleck 0,006—0,008''', unfern der *Ora serrata*, 0,002'''.

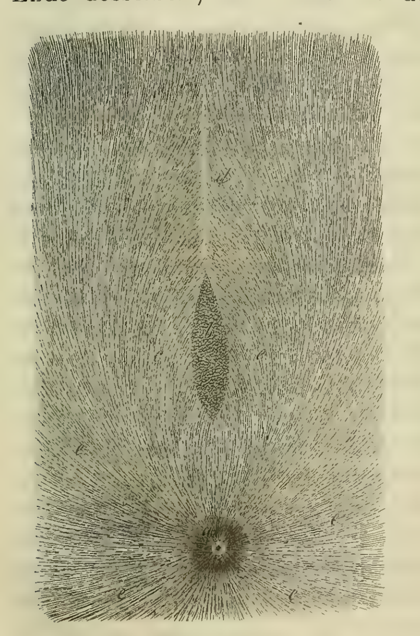


Fig. 334.

Fig. 334. Ansicht des Faserverlaufes im Grunde des Auges. *a.* Eintrittsstelle des Opticus, *b.* gelber Fleck, *c.* bogenförmige Fasern an den Seiten derselben, *d.* bogenförmig gegen einandertretende Fasern nach aussen vom Fleck, *ee.* nach andern Richtungen gerade ausstrahlende Fasern. Die Punktirung zwischen den Opticusfasern deutet die in regelmässigen Reihen stehenden Enden der *Müller*'schen Fasern an.

5. Die Begrenzungshaut, *Membrana limitans* (Fig. 327, 10), ist ein zartes, mit der übrigen *Retina* innig vereinigtes Häutchen von höchstens 0,0005''' Breite, welches beim Zerzupfen der *Retina* und bei Anwendung von Reagentien manchmal in grösseren Fetzen sich ablöst und dann als vollkommen strukturlos sich ergibt. Dieselbe widersteht Säuren und Alkalien lange, und schliesst sich auch sonst eng an die sogenannten Glashäute wie die Linsenkapsel an.

Der gelbe Fleck ist eine 1,44''' lange, 0,36''' breite elliptische Stelle der Netzhaut von gelber oder goldgelber Farbe, deren inneres Ende 1,0—1,2''' von der Mitte des Opticuseintrittes absteht, und fast in der Mitte, jedoch dem innern Ende etwas näher, eine verdünnte farblose, grubenartig vertiefte Stelle von 0,08—0,1''' besitzt. Die Falte, sogenannte *Plica centralis retinae*, welche viele Autoren an der gelbgefärbten Stelle annehmen, ist, wie *Virchow* und ich in Uebereinstimmung mit Andern, an den Augen eines Hingerichteten fanden, in frischen Augen nicht vorhanden, wohl aber die gelbe Farbe, die von einem diffusen, alle Retinatheile, mit Ausnahme der Stäbchenschicht, tränkenden Pigmente herrührt, das in Alkohol und Wasser in einigen Tagen erblasst. Bezüglich auf den Bau des gelben Fleckes, so fehlen demselben eine zusammenhängende Schicht und überhaupt eine oberflächliche Lage von Nervenfasern ganz und stösst die Schicht von Nervenzellen, die wie ein Pflasterepithel eine dicht neben der andern liegen und in vielen Lagen sich decken, unmittelbar an die *Membrana limitans*. Zwischen diesen Zellen verlaufen jedoch ebenfalls von dem Umkreise der *Macula* eintretende Nervenfasern und verlieren sich in demselben wohl unzweifelhaft an den Nervenzellen. Die feinkörnige Lage grauer Nervensubstanz *(Pacini's fibre griggie)* findet sich an den äusseren Theilen des gelben Fleckes, fehlt jedoch in der Mitte. Die beiden Körnerlagen und die Zwischenkörnerschicht finden sich überall, mit Ausnahme der *Fovea centralis*, in welcher jedoch nach *H. Müller* dieselben in gewissen Fällen verdünnt sich finden sollen. Die Stäbchen fehlen, wie *Henle* entdeckte und ich bestätigen kann, am ganzen gelben Fleck und werden durch dichtstehende Zapfen ersetzt, die länger und schmäler (von 0,002''') sind als anderwärts und an ihrer äussern Seite auch ein schmäleres Stäbchen tragen. Ausläufer der Stäbchen oder *Müller*'sche Fasern sehe ich überall am gelben Fleck mit Ausnahme der *Fovea centralis*, über die ich keine nähern Untersuchungen in dieser Beziehung aufzuweisen habe, doch lassen sich dieselben nicht weiter als bis zur innern Körnerschicht verfolgen und vermisst man dieselben in den innern Lagen ganz und gar. Die Dicke der verschiedenen Lagen am gelben Fleck ist folgende: Lage der Nervenzellen 0,045—0,052''', feinkörnige graue Lage 0,020''', innere Körnerschicht 0,026''', Zwischenkörnerschicht 0,039''', äussere Körnerlage 0,026''', Zapfen 0,030'''.

Ausser der Opticusausbreitung existirt in der *Retina* noch eine andere merkwürdige Faserung, das *Müller*'sche oder radiäre Fasersystem, das erst im Jahre 1851 von *H. Müller* bei Thieren entdeckt und ein Jahr darauf von mir auch beim Menschen nachgewiesen wurde.

Geht man bei der Beschreibung der *Müller*'schen Fasern von der Stäbchenschicht aus, so ergibt sich einmal, dass jeder Zapfen und jedes

Stäbchen mit den Elementen der Körnerschicht in Verbindung steht. Was die Zapfen anlangt, so geht einmal jedes Zapfenkorn, das als Zellenkörper des Zapfens zu betrachten ist, als ein feiner blasser Faden von 0,0004—0,0006‴ Breite nach innen fort, welcher, nachdem er in geradem Laufe die äussere Körnerlage und die Zwischenkörnerschicht durchsetzt hat, in der innern Körnerschicht endet, indem er mit einem Korn dieser Lage sich verbindet (Fig. 320, 1. *f*). In ähnlicher Weise stehen auch die Stäbchen mit den äussern und innern Körnern in Verbindung, doch zeigen sich hierbei einige Eigenthümlichkeiten. Nur ein kleiner Theil der Stäbchen nämlich hängt an seinem innern Ende, nach Analogie der Zapfen, direct mit einem Korn zusammen (Fig. 320, 2. *d*), vielmehr ziehen sich die meisten vorerst in eine längere oder kürzere Spitze aus (siehe oben), die nach einem Verlauf von 0,002—0,003‴ in äusserst zarte, nur 0,0002—0,0003‴ starke Fäden übergehen, welche so zart sind, dass sie bei den geringsten die Stäbchen treffenden mechanischen Eingriffen meist dicht an ihrer Ursprungsstelle abreissen, woher es auch kommt, dass die bisherigen Untersucher fast nur die eigentlichen Stäbchen kannten, oder wenn sie auch noch die manchmal etwas länger an den Stäbchen sich erhaltenden Fäden gesehen hatten, dieselben doch für Kunstproducte hielten. Diese Fäden nun, welche seit *Hannover* alle Autoren, ebenso wie die Spitzen der Stäbchen an die äussere Seite der Stäbchenlage verlegten, setzen sich bald nach kurzem, bald nach längerem Verlaufe mit einem der gewöhnlichen Körner der äussern Körnerlage in Verbindung, in der Art, dass, während ein fadiger Ausläufer eines Stäbchens auf der einen Seite an ein Korn sich ansetzt, ein ähnlicher Faden von der entgegengesetzten innern Seite desselben abgeht. Im weitern Verlaufe vereinen sich nun häufig, ja vielleicht immer, mehrere solche Fädchen, indem sie hie und da noch durch ein Korn unterbrochen werden, nach und nach zu einem etwas stärkern Faden

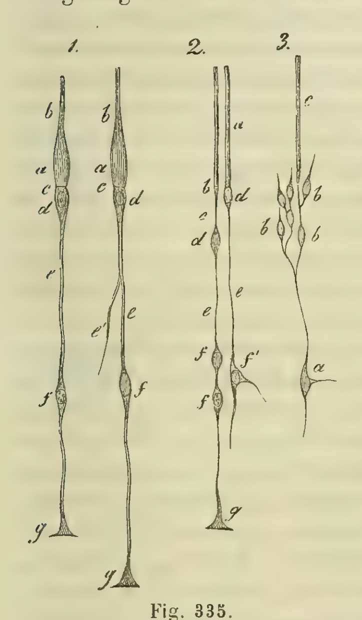


Fig. 335.

Fig. 335. Elemente der Stäbchenlage im Zusammenhange mit den *Müller*'schen Fasern, vom Menschen, 350mal vergr. 1. Zapfen mit *Müller*'schen Fasern. *a*. Dickerer Theil des Zapfens oder eig. Zapfen, *a*. Stäbchen auf demselben, der eine länger, *c*. ringförmiges Leistchen am innern Ende des Zapfens, *d*. kerntragende Anschwellung (Zellenkörper) desselben, bereits in der innern Körnerlage, *e*. *Müller*'sche Faser, in welche dieselbe sich fortsetzt, *e'*. seitlicher, nach innen tretender Ausläufer der einen solchen Faser, 2. Stäbchen mit *Müller*'schen Fasern. *a*. Stäbchen, *b*. Querleistchen am innern Ende derselben, *c*. Anfang der *Müller*'schen Fäden, *d*. Körner der äussern Körnerlage, eines am Stäbchen dicht ansitzend, *e*. *Müller*'sche Fasern in der Zwischenkörnerschicht, *f*. innere Körner, *f'*. ein solches mit einem seitlichen Ausläufer, *g*. innere Enden der *M*. Fasern. 3. Ein inneres Korn *a*. mit 3 Ausläufern, von denen der äussere sich verästelt und mehrere äussere Körner *b*. und Stäbchen trägt, von denen nur eines *c*. gezeichnet ist.

(Fig. 336, 3), die wie die Ausläufer der Zapfen einer neben dem andern durch die Zwischenkörnerlage, welche diesen Elementen ihre radiäre Streifung verdankt, verlaufen und dann in die innere Körnerschicht eintreten, mit deren Elementen sie ebenfalls sich verbinden. Und zwar glaube ich gefunden zu haben, dass es, wenn auch nicht ausschliesslich, doch vorzüglich mit drei und mehr Ausläufern versehene Körner dieser Lage sind, mit denen dieselben sich vereinen (Fig. 335, 2. *f'*., 3. *a*).

Mit diesen Ausläufern der Zapfen und Stäbchen zu den Elementen der äussern und innern Körnerschicht ist das radiäre Fasersystem noch keineswegs abgeschlossen, vielmehr setzen sich dieselben von hier aus noch durch alle innern Lagen der *Retina* fort, und enden schliesslich an der *Membrana limitans* in ziemlich eigenthümlicher Weise. In dieser zweiten Hälfte ihres Verlaufes bleiben die *Müller*'schen Fasern gänzlich isolirt und von einander getrennt, ordnen sich jedoch gegen die Opticusausbreitung heran in ganz bestimmter Weise, die nach den Regionen des Auges etwas verschieden ist. Im Grunde des Auges und so weit die Opticusbündel nur schmale spaltenförmige Lücken zwischen sich haben, sammeln sich die *Müller*'schen Fasern in dünne, je nach der Grösse der Maschen des Nervenplexus mehr oder weniger ausgedehnte Blätter und ziehen als solche durch die ganze Opticuslage hindurch, von welchem Verhalten sowohl Querschnitte durch die Opticusausbreitung als Flächenansichten anschauliche Bilder geben. Erstere (Fig. 337) zeigen die zum Theil sehr dicken platten Opticusbündel im Querschnitt als fein punktirte säulenförmige Massen, und zwischen denselben wie stärkere Faserbündel die Profile der Lamellen der *Müller*'schen Fasern, während die letztern in den Maschen des Nervenplexus die Enden der Fasern in Form zierlicher schmaler Reihen dunkler Strichelchen und Punkte erkennen lassen, die bei Thieren nicht selten federförmig regelmässig nach beiden Seiten gerichtet erscheinen. Weiter nach vorn, wo die Maschen der Nervenplexus weiter werden, gewinnen die Blätter der *Müller*'schen Fasern immer mehr Dicke und zu vorderst endlich ziehen dieselben, ohne weiter noch eine besondere Anordnung erkennen zu lassen, eine ziemlich nahe neben der andern gegen die Oberfläche, an welcher sie nun als eine fest zusammenhängende Lage dunkler Punkte erscheinen, welche nur an den Stellen

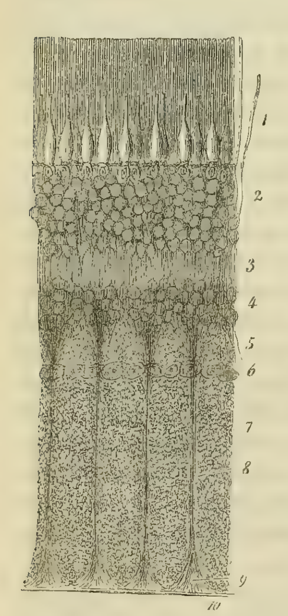


Fig. 336.

Fig. 336. Senkrechter Durchschnitt der *Retina* nahe am Opticuseintritt, 350mal vergr., vom Menschen. 1. Stäbchenlage, 2. äussere Körner, 3. Zwischenkörnerlage, 4. innere Körner, 5. feinkörnige freie Lage, 6. Nervenzellen in einfacher Schicht, 7. Opticusbündel im Querschnitt, 8. *Müller*'sche Fasern dünne Blätter zwischen den Opticusbündeln bildend, 9. Enden derselben an 10. der *M. limitans*. (Nach der Retinatafel in *Ecker's Icones phys.*).

der Nervenbündel und wo grössere Nervenzellen sitzen, Unterbrechungen zeigt (Fig. 327).

Die innern Enden der *Müller*'schen Fasern setzen noch durch die Opticuslage hindurch und erreichen die *Membrana limitans*, doch ist ihr Verhalten hier ziemlich schwer zu erforschen, wegen ihrer grossen Zartheit und Vergänglichkeit. Nach Allem, was ich gesehen habe, glaube ich annehmen zu dürfen, dass die von *H. Müller* und mir schon früher gesehenen dreieckigen abgestutzten Anschwellungen (Fig. 337) und nicht die auch häufig vorkommenden Theilungen und Verästelungen das wahre Verhalten dieser Fasern an ihrem innern Ende darstellen. Diese Enden erscheinen, wenn eine ganz frische *Retina* auf einer Falte oder einem senkrechten Schnitte untersucht wird, als ein heller 0,002—0,003 breiter Saum zwischen der *Membrana limitans* und der Opticusausstrahlung und haben, wie ich jetzt finde, zur Annahme eines Epithels an dieser Stelle Veranlassung gegeben. Die hellen Kugeln nämlich, welche *Bowman* (*Lect. Fig.* 15 beschreibt, sind nichts anderes als die innern Enden der *Müller*'schen Fasern, welche, wenn sie einander decken, und namentlich wenn sie durch Wasser aufgequollen sind, das Bild rundlicheckiger neben einanderliegender Körper erzeugen. Die abgestutzten Enden der *Müller*'schen Fasern nun stossen an die Aussenfläche der *Membrana limitans* und lassen sich namentlich an Chromsäurepräparaten nicht selten Stückchen der *Limitans* im Zusammenhang mit diesen Fasern erhalten, doch ist der Zusammenhang beider Theile durchaus kein inniger und löst sich namentlich an frischen, aber auch an mit Reagentien behandelten Präparaten das radiäre Fasersystem in der Regel mit der grössten Leichtigkeit von der *Limitans*.



Fig. 337.

Die Bedeutung dieses radiären Fasersystemes, ja selbst die anatomischen Verhältnisse desselben zu den andern Elementen der *Retina* ist in manchen Beziehungen noch sehr im Dunkeln. Völlig ausgemacht ist nur, dass, wie ich schon früher vermuthete (*Compt. rend.* 1853, *Oct.*) und später *H. Mül-*

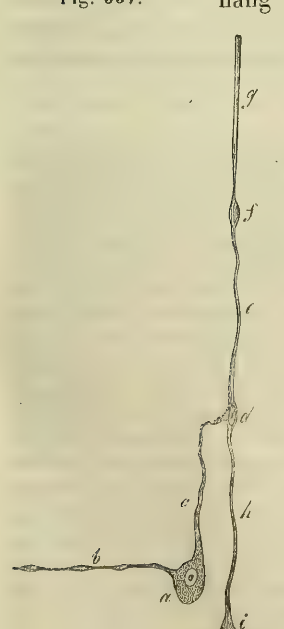


Fig. 338.

Fig. 337. Aus der *Retina* des Menschen, 350mal vergr. *a*. Eine grosse Nervenzelle, *b*. Ausläufer derselben nach aussen zu *c* einem innern Kern (Zelle mit Kern), *d*. *Müller*'scher Faden, der von der Stäbchenlage zu diesem Kern geht, *e*. zweiter Ausläufer der Nervenzelle, der zweifelsohne in eine Opticusfaser sich fortsetzt.

Fig. 338. Schema, um den von mir vermutheten Zusammenhang der Zellen, Stäbchen und *Müller*'schen Fasern zu versinnlichen. *a*. Nervenzelle, *b*. Opticusfaser, *c*. äusserer Fortsatz der Zelle mit einem innern Kern *d*. zusammenhängend, *e*. *Müller*'sche Faser, die von diesem aus zu einem äussern Korn *f*. und Stäbchen *g*. geht, *h*. inneres Ende der *Müller*'schen Faser mit der Anschwellung *i*.

ler und ich selbst (s. m. Gratulationsschrift an *Tiedemann* S. 12 und Mikr. Anat. II, 2, p. 703) direct nachgewiesen haben, am gelben Fleck die von den Zapfen abgehenden radiären Fasern mit einem innern Korn und einer Nervenzelle sich verbinden und wird es hierdurch sehr wahrscheinlich, dass allerwärts die von den Zapfen auslaufenden Fasern ähnliche Verbindungen eingehen. Was die Ausläufer der Stäbchen betrifft, so liegt in dieser Beziehung keine Gewissheit vor und wird man, wie die Sachen jetzt liegen, um so mehr vor einem bestimmten Ausspruche sich zu hüten haben, als von gewissen Seiten die nervöse Natur vieler radiärer Elemente der *Retina*, vor allem der innern Ausläufer derselben in Frage gestellt worden ist.

Die Gefässe der *Retina* stammen aus der *Art. centralis retinae*, welche im Opticus gelegen ins Auge eintritt und von der Mitte des *Colliculus nervi optici* mit 4—5 Hauptästen ihre Ausstrahlung beginnt. Anfänglich nur unter der *Membrana limitans* gelegen dringen dieselben durch die Nervenfaserschicht in die Lage grauer Nervensubstanz, breiten sich unter zierlichen baumförmigen Verästelungen bis zur *Ora serrata* aus und gehen mit ihren Endausläufern allerwärts in ein etwas weitmaschiges Netz sehr feiner (von 0,002—0,003''') Capillaren über, das vorzüglich in der Lage grauer Nervensubstanz, zum Theil auch in der Opticusausbreitung seinen Sitz hat. Die Venen beginnen bei Thieren mit einem unvollständigen Kranz, *Circulus venosus retinae*, an der *Ora serrata*, verlaufen mit ihren Stämmen einfach neben den Arterien und sammeln sich zur *Vena centralis*, die neben der Arterie das Auge verlässt. Am gelben Fleck finden sich keine grössern Gefässe, nur zahlreiche Capillaren. — Nerven habe ich an den Gefässen der *Retina* noch stets vermisst, dagegen fand ich an der Aussenseite der grösseren Gefässe hie und da Spuren eines begleitenden Fasergewebes, das embryonalem netzförmigem Bindegewebe noch am Nächsten kam.

Ueber den Zusammenhang der Retinaelemente sind die Acten noch lange nicht geschlossen, und steht jetzt namentlich die Frage nach dem Verhalten der radiären Fasern obenan. *H. Müller*, der Entdecker derselben, hat auch zuerst (Würzb. Verh. IV, p. 99) die Frage besprochen, ob nicht die innern Hälften derselben (von der innern Körnerschicht bis zur Limitans) eine andere Bedeutung haben als die äussern, namentlich gestützt auf das Fehlen der ersten Elemente am gelben Fleck und die Verbindung derselben mit der *Limitans*, worauf dann *Remak* vermuthungsweise die gesammten Radialfasern als einen bindegewebig elastischen Stützapparat der *Retina* bezeichnete. Noch weiter ging in neuester Zeit *Blessig*, der in der *Retina* überhaupt keine andern nervösen Elemente annimmt als die Opticusfasern (!), wogegen *H. Müller*, dem unstreitig in dieser Angelegenheit das erste Wort gebührt, in seiner ausführlichen Abhandlung über die *Retina* mit grosser Vorsicht sich äussert und namentlich sich dahin ausspricht, dass, obschon ihm der innere Theil der Radialfasern als ein Theil der im Gegensatz zu den nervösen Elementen indifferenten Substanz der *Retina*, eine Art von Bindesubstanz, zu sein scheine, desswegen doch keine Nöthigung vorhanden sei ihre Verbindung mit bestimmt nervösen Elementen zu läugnen. So hält es z. B. *Müller* nicht für unmöglich, dass eine Zelle nach der einen Seite in eine Opticusfaser, nach der andern in eine indifferente innere Radiärfaser übergehe. — Meiner Ansicht zufolge kann es sich in dieser Frage vorzüglich nur darum handeln, einmal, ob alle radiären Fasern nervöse Elemente seien und zweitens, ob es zweierlei radiäre Elemente, indifferente und nervöse gebe. Für die Existenz nicht nervöser radiärer Elemente spricht vor allem das mächtige Auftreten der inneren Hälfte der radiären Fasern in den vorderen Theilen der *Retina* (*Müller*, ich) und

die Unmöglichkeit, denselben, falls sie nervös wären, irgend eine Function zuzuschreiben, auf der andern Seite ist jedoch nicht zu vergessen, dass der Zusammenhang auch dieser Fasern mit den Körnern und Stäbchen anatomisch kaum zu bezweifeln ist, sowie, dass ihre Zartheit und chemische Beschaffenheit (Siehe m. Mikr. Anat. II, 2, p. 682) sie viel eher an die ächten nervösen Elemente anreiht. Wollte man freilich die Stäbchen von dem nervösen Apparate der *Retina* ausscheiden, so fiele diese Schwierigkeit weg, ich muss jedoch gestehen, dass ich trotz der eigenthümlichen Verhältnisse der menschlichen *Retina*, die durch den Bau der *Macula lutea* zeigt, dass die Zapfen die wichtigsten Licht percipirenden Elemente sind, nur durch die bestimmtesten Thatsachen veranlasst werden könnte, den Stäbchen eine wesentlich andere Bedeutung beizumessen als den Zapfen und zwar aus anatomischen und physiologischen Gründen, die jeder ohne Weiteres einsehen wird. — Bei so bewandten Umständen scheint es mir das beste, die ganze Angelegenheit, wie *H. Müller*, als eine noch nicht abgeschlossene anzusehen, und möchte ich daher auch vorläufig *M. Schultze* noch nicht beistimmen, der mit Bestimmtheit einen Theil der radiären Elemente als bindegewebig betrachtet. Bemerken will ich übrigens noch, dass es noch eine Thatsache gibt, die für die indifferente Natur eines Theils der Radialfasern spricht. Ich habe in m. Mikr. Anat. II, 2, p 688 gezeigt, dass die innern Enden der langen schmalen Zellen der *pars ciliaris retinae* an den innern Enden nicht selten gabelförmig getheilt, und, wie ich jetzt hinzusetzen kann, auch dreieckig verbreitert sind, was *H. Müller* bestätigt hat. Es ergibt sich so, wie der letzte Autor zuerst hervorgehoben hat, eine Aehnlichkeit dieser Zellen mit den innern Enden der Radialfasern, so dass man fragen kann, ob nicht vielleicht diese Zellen nichts als verkürzte Radialfasern sind, was, wenn es sich bestätigte, natürlich für die Deutung der radiären Elemente, auch der eigentlichen *Retina*, von Wichtigkeit wäre. — Auch am hintern Ende der *Retina* scheinen nach *H. Müller* an die Radialfasern Elemente sich anzuschliessen, die bestimmt nicht nervös sind; derselbe fand nämlich wie Fortsetzungen derselben in den *Opticus* herein, die bis gegen die *Lamina cribrosa* sich erstreckten und in ihre Elemente überzugehen schienen.

Für weitere Details über die *Retina* verweise ich auf die ausführliche Arbeit von *H. Müller*, in der auch die Untersuchungen anderer, namentlich die von *Vintschgau* die nöthige Berücksichtigung gefunden haben. — Von pathologischen Veränderungen der *Retina* hebe ich hervor: 1) Hypertrophieen der Nervenfasern derselben, theils so, dass die Nervenfasern allgemein an Stärke zunehmen, jedoch ohne dunkle Contouren zu bekommen (*H. Müller* in Würzb. Verh. VII. p. 285. Anm.), theils in der Art, dass an denselben grosse zellenartige Varicositäten auftreten (*H. Müller* in Arch. f. Opth. Bd. IV.), welche früher von mir und *Virchow* irrthümlich für modificirte Ganglienzellen angesehen worden waren. Ob die von *Virchow* in der *Retina* gesehenen dunkelrandigen Nervenröhren (Würzb. Verh. VII. p. LII) hierher gehören, ist vorläufig nicht zu entscheiden, doch scheint der Umstand, dass dunkelrandige Fasern auch hie und da bei Thieren (beim Ochsen nach mir, beim Hunde nach *H. Müller*) vorkommen, bei denen die *Retina* sonst keine solche Fasern hat, zu beweisen, dass es sich in solchen Fällen nur um Varianten handelt, wie sie z. B. auch an den Hornhautnerven und denen der *Pacini*'schen Körperchen sich finden. — An den fraglichen dunkelrandigen Nerven glaubt übrigens *Virchow* sich von Theilungen überzeugt zu haben. — 2) Verdickungen der Wandungen der Gefässe, zugleich mit dem Vorkommen einer eigenthümlichen körnigen Substanz im Lumen derselben (*H. Müller*, *Virchow*). 3) Einlagerungen von *Corpuscula amylacea*, von Pigmentzellen und Körnchenzellen.

Ueber die Function der Retinaelemente bemerke ich hier unter Hinweisung auf m. Mikr. Anat. II, 2. §. 281 nur Folgendes. Nachdem von *H. Müller* die Verbindung der Stäbchen und Zapfen mit den innern Theilen der *Retina* demonstrirt und von mir für den Menschen bestätigt war, wurde von uns beiden gleichzeitig und unabhängig die Ansicht ausgesprochen, dass die Elemente der Stäbchenschicht die einzigen Lichtempfindenden Theile seien. Dieselben theilen durch die *Müller*'schen Fasern, die wie ein Leitungsapparat fungiren, ihre Zustände den mit diesen verbundenen Nervenzellen mit, welche als ein flächenartig ausgebreitetes Ganglion und höchst wahrscheinlich als das Centralorgan der Gesichtsempfindung anzusehen sind. Dieser Centralapparat und

das Gehirn stehen dann durch einen zweiten Leitungsapparat, die Opticusfasern, im Zusammenhang, welche auch die Function haben, die beiden *Retinae* in Verbindung zu setzen. Diese Ansicht stützt sich auf den nachgewiesenen Zusammenhang zwischen den Elementen der Stäbchenlage und den Nervenzellen, auf den Mangel einer zusammenhängenden Opticuslage am gelben Fleck, auf das Fehlen der Lichtempfindung an der Eintrittsstelle der Sehnerven, auf die Unmöglichkeit, die Lichtempfindung in die Nervenzellen oder Körnerlagen zu verlegen, weil diese mit ihren Elementen am gelben Fleck namentlich in vielen Schichten übereinanderliegen, endlich auf die eigenthümliche räumliche Anordnung der Stäbchen und Zapfen und ihre der Schärfe des Raumsinnes der *Retina* entsprechende Grösse. Einen guten Beweis für die Richtigkeit dieser Auffassung hat auch *H. Müller* durch ein genaues Studium der bei der entoptischen Wahrnehmung der Netzhautgefässe statthabenden Erscheinungen gegeben (Würzb. Verh. Bd. V. p. 411).

§. 231.

Die Linse, *Lens crystallina*, ist ein vollkommen durchsichtiger, an seiner hintern Fläche mit dem Glaskörper und seitlich mit dem Ende der *Hyaloidea*, der *Zonula Zinnii* verbundener Körper, an dem die eigentliche Linse und die Linsenkapsel zu unterscheiden sind.

Die Linsenkapsel, *Capsula lentis*, besteht aus zwei Elementen, der eigentlichen Kapsel und dem Epithel. Jene ist eine durchaus structurlose, wasserklare, sehr elastische Haut, die wie aus einem Guss geformt die Linse von allen Seiten umgibt und von den benachbarten Gebilden trennt. Legt man eine Linse mit ihrer Kapsel in Wasser, so saugt sich die letztere bedeutend voll, womit also gezeigt ist, dass solche Häute trotz ihrer scheinbar gleichartigen Structur doch sehr leicht permeabel sind, so dass mithin die Ernährung der gefässlosen Linse ohne Schwierigkeit durch von aussen eindringende Substanzen besorgt werden kann. Die Linsenkapsel, die an ihrer vordern Wand 0,005—0,008‴, hinter dem Ansatz der *Zonula Zinnii*, wo sie auf einmal sich verdünnt, nur noch 0,002—0,003‴ misst, lässt sich leicht zerreissen, durchstechen oder zerschneiden, leistet dagegen einem stumpfen Instrumente bedeutenden Widerstand. Sticht man eine unversehrte Kapsel an, so zieht sich dieselbe vermöge ihrer Elasticität so zusammen, dass die Linse nicht selten von selbst austritt. In ihren mikrochemischen Reactionen verhält sich die Linsenkapsel ganz wie andere Glashäute, nur dass sie nach *Strahl* (Arch. f. phys. Heilk. 1852) durch Kochen in Wasser aufgelöst werden soll. — Das Epithel der Linsenkapsel sitzt an der innern Fläche gegen die Linse zu und kleidet als eine einfache Lage schöner heller polygonaler Zellen von 0,006—0,01‴ mit runden Kernen die vordere Hälfte der Linsenkapsel aus. Im Tode lösen sich die Elemente desselben leicht von einander, dehnen sich zu wasserklaren kugelrunden Blasen aus, von denen viele bersten und stellen sammt einigen Tropfen von eingedrungenem *Humor aqueus* die sogenannte *Morgagni*'sche Feuchtigkeit dar, welche im Leben, wo das Epithel genau an die Linsenoberfläche sich anschmiegt, durchaus nicht existirt.

Die Linse selbst besteht durch und durch aus langen platten, sechsseitigen, 0,0025—0,005‴ breiten, 0,009—1,0014‴ dicken Elementen von wasserklarem Ansehn, grosser Biegsamkeit und Weichheit und einer bedeutenden Zähigkeit, welche gemeinhin als Linsenfasern bezeichnet werden, jedoch

nichts anderes als zartwandige Röhren mit hellem, zähem, eiweissartigem Inhalt sind, der beim Zerreissen in grossen hellen unregelmässigen Tropfen aus ihnen tritt, die man bei Untersuchung der oberflächlichen Linsenfasern immer in Menge findet, und daher eben so passend Linsenröhren genannt werden können. In mikrochemischer Beziehung zeichnen sich dieselben dadurch aus, dass sie in allen Substanzen, die Eiweiss gerinnen machen, dunkler und deutlicher werden, daher solche Reagentien auch, namentlich Salpetersäure, Alkohol, Creosot und Chromsäure vortrefflich zur Untersuchung der Linse sich eignen, in kaustischen Alkalien dagegen rasch sich lösen und von Essigsäure ebenfalls sehr angegriffen werden. Die Vereinigung der Linsenröhren, die in den festern innern Schichten der Linse, dem sogenannten Linsenkerne, fester, schmäler und dunkler sind, als in den weicheren äussern Theilen, hier auch nicht mehr als wirkliche Röhren sich nachweisen lassen, kommt durch einfache Aneinanderlagerung derselben zu Stande, wobei dieselben mit ihren Flächen ohne Ausnahme parallel der Linsenoberfläche sich legen, und mit ihren zugeschärften Rändern regelmässig ineinander eingreifen, so dass, wie Fig. 339, 2 ergibt, im Innern der Linse jede Röhre von 6 andern umgeben ist und die Querschnitte derselben das Bild einer aus 6seitigen Backsteinen aufgeführten Mauer geben. An ihren Rändern und Randflächen sind die Röhren meist auch etwas uneben, ja selbst gezackt (bei Thieren, namentlich Fischen, ausgezeichnet schön), so dass hierdurch die seitliche Verbindung derselben inniger wird, als die ihrer breiteren Flächen und deshalb auch die Linse leichter in der Richtung der Oberfläche in Lamellen als in der Dicke in senkrecht stehende Blätter zerfällt. Man kann auch aus diesem Grunde der Linse, wie dies gewöhnlich geschieht, einen lamellösen Bau zuschreiben, in der Art, dass sie, ähnlich einer Zwiebel, aus ineinander eingeschachtelten Blättern besteht, nur muss man nicht aus den Augen lassen, dass diese Blätter keine regelmässig begrenzten Schichten sind und nie aus einer einzigen Lage von Linsenröhren bestehen, ferner, was physiologisch von grösserer Wichtigkeit sein möchte, dass die Linsenelemente in der Richtung der Dicke eigentlich noch regelmässiger angeordnet sind, so dass sie durch die ganze Linse hindurch einander decken und dieselbe auch als aus sehr vielen senkrechten Segmenten von der Breite einer einzigen Linsenfaser bestehend gedacht werden kann.

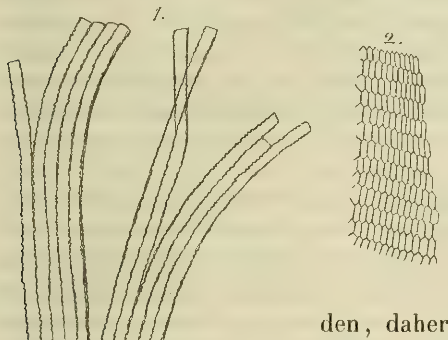


Fig. 339.

Fig. 339. Linsenröhren oder Fasern. 1. Vom Ochsen mit leicht zackigen Rändern. 2. Querschnitt der Linsenröhren vom Menschen. 350mal vergr.

Der Verlauf der Linsenröhren in den einzelnen Lamellen ist im Allgemeinen so, dass dieselben oberflächlich wie in der Tiefe von der Mitte der Linse radienartig nach den Rändern ausstrahlen und hiernach auf die andere, vordere oder hintere Fläche sich umbiegen, so jedoch, dass keine Faser den vollen halben Umfang der Linse durchläuft und z. B. von der Mitte der vordern Fläche bis zu derjenigen der hintern gelangt. Genauer bezeichnet gehen die Linsenröhren an der vordern und hinteren Linsenfläche nicht genau bis zur Mitte, sondern enden an einer hier befindlichen sternförmigen Figur. Beim Fötus und beim Neugebornen hat jeder vom blossen Auge leicht sichtbare Linsenstern 3 Strahlen, die meist regelmässig unter Winkeln von 120° zusammenstossen: beim vordern Stern stehen zwei Strahlen nach unten, einer nach oben, umgekehrt beim hintern Stern, der mithin, verglichen mit dem vordern, wie um 60° gedreht erscheint. Die Linsenröhren nun, welche von der Mitte des vordern Sternes ausgehen, verlaufen an der hintern Seite nur bis zu den Enden der 3 Strahlen, und umgekehrt erreichen die vom hintern Pol beginnenden nicht die vordere Mitte; eben so verhalten sich auch alle zwischen diesen beiden Punkten gelegenen Röhren, so dass mithin keine derselben ganz herum geht, alle in einer Schicht befindlichen gleich lang sind. Gerade eben so verhält sich nun auch der Kern der Linse der Erwachsenen,

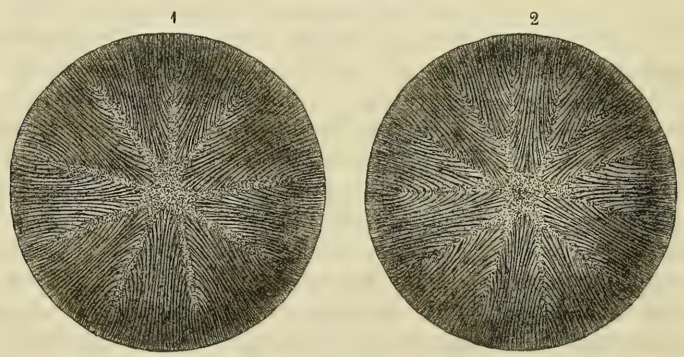


Fig. 340.

wogegen in den oberflächlichen Lamellen und an der Oberfläche selbst ein zusammengesetzterer Stern mit 9—16 verschiedenen langen und selten ganz regelmässigen Ausläufern zum Vorschein kommt, an dem jedoch ebenfalls Hauptstrahlen zu unterscheiden sind. Der Verlauf der Fasern wird hierdurch natürlich complicirter, um so mehr, da an solchen Sternen auch die an die Seite der Strahlen sich ansetzenden Fasern bogenförmig convergiren, so dass dieselben wie gefiedert oder wie Wirtel *(Vortices lentis)* erscheinen; allein nichts desto weniger bleibt sich das Wesentliche des eben geschilderten Faserverlaufs vollkommen gleich, indem auch hier der vordere und hintere Stern sich nicht entsprechen und keine Faser von einem Pol zum andern geht. In den Sternen ist die Linsensubstanz nicht aus Röhren gebildet wie sonst, son-

Fig. 340. Linse des Erwachsenen, nach *Arnold*, um die Sterne zu zeigen. 1. Vordere Seite, 2. hintere Seite.

dern zum Theil feinkörnig, zum Theil homogen, so dass mithin, da ja die Sterne durch alle Schichten hindurchgehen, in jeder Linsenhälfte 3 oder mehr senkrechte, nicht faserige Lamellen *(central planes Bowman)* existiren. Die Linsenröhren werden in der Nähe der Sterne breiter, verschmelzen jedoch nicht miteinander, sondern enden mit keulen- und spindelförmigen Anschwellungen von mannigfachster Form, die von der Fläche gesehen oft zierlich polygonal erscheinen (s. m. Mikr. Anat. II. 2. Fig. 416).

Die Linsenfasern sind manchmal fein längsstreifig auch wohl mit zarten Querlinien versehen, die weder auf Fasern noch auf Zellen zu beziehen sind. — Die oberflächlichen Linsenfasern besitzen in der Gegend des Aequators der Linse je Einen schönen Kern, der, je weiter nach innen man geht, um so kleiner wird und endlich schwindet. — An Schliffen trockner Linsen fand *Thomas* 2 oder 3 Systeme concentrischer Linien, die neulich *Czermak* in zusagender Weise aus dem Bau der Linse erklärt hat (l. i. c.). — *Finkbeiner* beschreibt an der hintern Kapselwand ein Epithel, eine Angabe, die auf Verwechselungen mit den Abdrücken der Enden der Linsenfasern (Siehe Mikr. Anat. II, 2) zu beruhen scheint. Unbekannt ist mir auch die von diesem Autor aussen auf dem vordern Theile der Kapsel und auf der *Zonula* angegebene Zellenlage. Beide diese Angaben finden sich jedoch auch bei *Nunneley.* — Die in Deutschland mit Recht ganz verlassene Ansicht, dass an der vordern Seite der Linse ausser dem Epithel noch eine Schicht von Zellen, die Bildungszellen der Linsenfaser sein sollen, existire, hat in neuester Zeit in *Robin* wieder einen Vertheidiger gefunden (l. i. c.). Was *Robin* meint, sind nichts als die verbreiterten Enden der Linsenröhren (Mikr. Anat. Figg. 416, 417, 418), wie aus seiner Beschreibung auf p. 7 des Separatdruckes deutlich hervorgeht, wo auch die irrthümliche Ansicht sich findet, dass die Linsenfasern durch Verschmelzung solcher Zellen sich bilden.

§. 232.

Der Glaskörper, *Corpus vitreum*, erfüllt den Raum zwischen der Linse und der *Retina* vollständig, in der Art, dass er der eigentlichen *Retina* mit Ausnahme der Eintrittsstelle des Sehnerven, wo die Verbindung etwas inniger ist, nur locker anliegt, dagegen sehr fest mit der *Corona ciliaris* und der Linse selbst sich verbindet. Die den Glaskörper umhüllende Haut nämlich, die *Membrana hyaloidea* oder Glashaut, die hinter der *Ora serrata* mit Ausnahme des Augengrundes, wo sie nach *H. Müller* 0,004 mm misst, ein äusserst feines und zartes, wasserhelles, unter dem Mikroskop kaum bemerkbares Häutchen darstellt, wird vor derselben etwas fester (Fig. 305, *t*) und geht als *Pars ciliaris hyaloideae s. Zonula Zinnii (Lig. suspensorium lentis Bowman)* zum Rande der Linse, um mit der Kapsel derselben zu verschmelzen. Hierbei sondert sie sich in zwei Lamellen, in eine hintere *(v)*, welche etwas hinter dem Rande der Linse mit deren Kapsel verschmilzt, jedoch in der ganzen Ausdehnung der tellerförmigen Grube des Glaskörpers nachzuweisen ist (*Arlt, H. Müller*), und in eine vordere *(u)* mit den Ciliarfortsätzen verbundene, die *Zonula* im engern Sinne, die etwas vor dem Rande der Linse an die Kapsel derselben sich ansetzt. Zwischen beiden Lamellen und dem Rande der Linse bleibt ein im Querschnitt dreieckiger, ringförmig die Linse umgebender Raum, der *Canalis Petiti* offen, der, obschon etwas wasserklare Feuchtigkeit enthaltend, doch im Leben sehr eng ist, indem seine vordere Wand oder die *Zonula Zinnii*, so lange sie mit den Ciliarfortsätzen zusammen-

hängt, entsprechend denselben als eine vielfach gefaltete Haut erscheint, wodurch sie an eben so vielen Stellen als Ciliarfortsätze sind, der hintern Wand sehr sich nähert. Diese Falten sind auch da noch sichtbar, wo die *Zonula*, die Ciliarfortsätze verlassend, frei als Theil der hintern Wand der *Camera oculi posterior* an den Linsenrand herübergeht und setzt sich dieselbe aus diesem Grunde nicht in einer geraden, sondern leicht wellenförmigen Linie theils vor, theils hinter dem Aequator der Linse (*Brücke*, *H. Müller*) an die Linsenkapsel an. Nach *Finkbeiner* sollen die feinen Fasern, in welche dieses Blatt ausläuft, in gewissen Fällen über die ganze vordere Wand der Linsenkapsel zu verfolgen sein.

Bezüglich auf den Bau der genannten Theile, so hat man sich in der neuern Zeit viel Mühe gegeben, denjenigen des eigentlichen Glaskörpers zu ermitteln, und möchte man endlich der Wahrheit ziemlich nahe gekommen sein. *Brücke's* Ansicht, dass der Glaskörper ähnlich einer Zwiebel aus concentrischen, durch eine gallertartige Flüssigkeit getrennten Lamellen bestehe, wurde von *Bowman* widerlegt, der zeigte, dass die von *Brücke* zur Darstellung dieser Lamellen angewandte concentrirte Lösung von essigsaurem Bleioxyd nicht nur von der Oberfläche, sondern auch von jeder beliebigen Schnittfläche aus, den Anschein einer Schichtung erzeugt, ohne jedoch wirkliche Lamellen deutlich zu machen. Mehr scheint *Hannover's* Behauptung für sich zu haben, wornach im Glaskörper des Menschen nach Behandlung desselben mit Chromsäure eine Menge Scheidewände sich finden, die von der Oberfläche aus gegen die Axe des Glaskörpers verlaufen, so dass im verticalen Querschnitt viele vom Mittelpunkt ausgehende Radien erscheinen und das Ganze einer liegenden Orange ähnlich wäre (bei den Säugern sah *H.* concentrische Blätter wie bei einer Zwiebel, Fig. 341, *B*), indem wenigstens der Glaskörper von Neugeborenen nach *Bowman* (*Lectures p.* 97, *Fig.* 5) in *Ac. chromicum* ganz exquisit ein solches gefächertes Ansehen zeigt; allein es ist zu bemerken, dass nach desselben Autors Erfahrungen im Auge des Erwachsenen die Verhältnisse ziemlich andere sind, indem hier an Chromsäurepräparaten äusserlich einige concentrische Lamellen, dann sehr unregelmässige radiäre Septa, end-

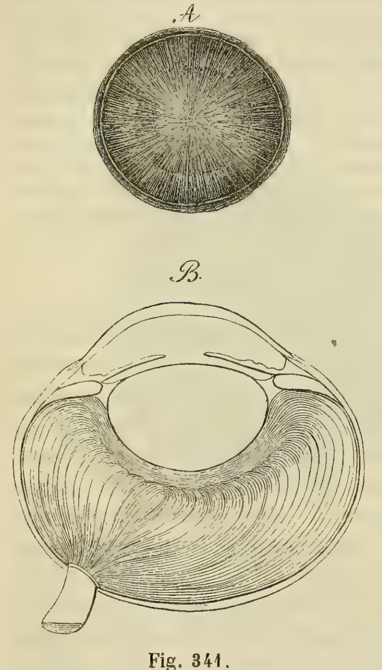


Fig. 341.

Fig. 341. Segmente in Chromsäure erhärteter Glaskörper. *A.* Querschnitt durch ein menschliches Auge senkrecht auf die optische Axe, mit radiärer Streifung im *Corpus vitreum*. *B.* Schnitt parallel der optischen Axe und horizontal durch ein Pferdeauge, um die concentrische Stratification des Glaskörpers zu zeigen. Nach *Hannover*.

lich eine unregelmässige centrale Höhle sich findet. Nimmt man hierzu, dass diese durch Chromsäure gebildeten Lamellen ebenfalls nicht als wirkliche Membranen sich nachweisen lassen, und dass im frischen Glaskörper nichts von ihnen zu sehen ist, so wird man auch die durch dieses zweite Reagens erzeugten Bilder nicht als viel beweisend ansehn können.

Eine richtigere Anschauung von der Zusammensetzung des Glasköpers lässt sich, wie es scheint, an der Hand der Entwickelungsgeschichte gewinnen. Man weiss schon längst, dass der Glaskörper beim Fötus an seiner Oberfläche und im Innern Gefässe hat, und hätte hieraus schliessen können, dass auch ein dieselben tragendes Gewebe vorhanden sein müsse, allein Niemand versuchte bis vor Kurzem durch das Mikroskop weitere Aufschlüsse zu gewinnen. Erst *Bowman (Lectures pg. 97. Fig.* 7 und *pg.* 100) meldet, dass der Glaskörper des Neugeborenen einen sehr deutlichen und eigenthümlichen fibrösen Bau darbiete, indem derselbe aus einem dichten Netz von Fasern bestehe, die an den Knotenpunkten kernartige dunkle Körperchen besitzen, so dass eine bedeutende Aehnlichkeit mit dem Schmelzorgane (d. h. dem gallertartigen Bindegewebe desselben) des embryonalen Zahnsäckchens heraus komme. Hiermit stimmt, was *Virchow* neulich fand, so ziemlich überein. Der Glaskörper von 4″ langen Schweineembryonen besteht nach diesem Autor aus einer homogenen, an einzelnen Stellen leicht streifigen, schleimhaltigen Substanz, in der in regelmässigen Abständen runde kernhaltige granulirte Zellen zerstreut liegen. Am Umfange desselben findet sich eine feine Haut mit sehr zierlichen Gefässnetzen und einem feinfaserigen areolären Maschenwerk, welches an den Knotenpunkten Kerne enthält und in seinen Maschen ebenfalls gallertigen Schleim mit runden Zellen einschliesst. Hiernach, und weil er im Glaskörper des Erwachsenen auch Schleim gefunden, glaubt *Virchow* das Gewebe des embryonalen *Corpus vitreum* dem von ihm sogenannten Schleimgewebe, meinem gallertigen Bindegewebe (s. §. 25) an die Seite stellen und annehmen zu dürfen, dass im Laufe der Entwickelung der Bau sich in der Art ändere, dass die Zellen untergehen und die Intercellularsubstanz allein bleibe. Was mich betrifft, so finde ich im Glaskörper menschlicher und thierischer Embryonen, so wie bei Kindern und jungen Thieren nirgends etwas anderes als eine homogene schleimhaltende Grundsubstanz und viele ziemlich regelmässig in Abständen von 0,01—0,02‴, selbst 0,03‴ in derselben vertheilte runde oder längliche, granulirte, kernhaltige Zellen von 0,004—0,01‴; sternförmige anastomosirende Zellen sah ich zwar auch, allein immer nur an der Aussenseite der *Membrana hyaloidea*, und waren dieselben, so wie einmal die bekannten Gefässe aussen an der *Hyaloidea* Blut zu führen begannen, mit Leichtigkeit im Zusammenhang mit denselben und als sich entwickelnde Capillaren nachzuweisen. Von Membranen, wie sie *Hannover* beschreibt, sah ich mit dem Mikroskope niemals eine sichere Spur und doch müssten dieselben, wie ich ungescheut behaupte, wenn vorhanden, eben so gut an ihren Falten zu erkennen sein, wie die äusserst zarte *Hyaloidea* selbst. Im Glaskörper des Erwachsenen war von den frühern Verhältnissen meist nur die homogene Grundsubstanz geblieben und die Zellen verschwunden, doch traf ich die letztern in manchen Fällen auch hier noch spärlich und undeutlich,

namentlich in den an die Linse und die *M. hyaloidea* überhaupt grenzenden Theilen des Organs. — Aus diesen Erfahrungen ziehe ich den Schluss, dass der Glaskörper wohl früher eine Art Structur besitzt, die noch am meisten an embryonale Zellengewebe erinnert, dass aber später, wenigstens in seinen innern Theilen, jede Spur derselben verloren geht und derselbe nur aus einem mehr oder minder consistenten Schleime besteht (cf. §. 25).

Zonula Zinnii. An der *Ora serrata* kommt die Glashaut in innigen Contact mit der *Retina* und diese wiederum mit der *Chorioidea*, so dass es äusserst schwierig ist, das wahre Verhalten der oben schon berührten *Zonula Zinnii* aufzuklären. Legt man dieselbe von aussen frei, so bleibt fast immer an gewissen Stellen, oft in grosser Ausdehnung schwarzes Pigment von den Ciliarfortsätzen an denselben haften. Untersucht man Stellen, wo dies nicht der Fall ist, so ergibt sich als äusserste Lage der *Zonula* eine grauliche Lage, welche gerade so weit sich erstreckt, als die *Processus ciliares* mit der *Zonula* zusammenhängen, und vorn mit einem leicht gezackten unregelmässigen Saume endet. Unter dem Mikroskope erkennt man in dieser Lage, auch wenn die Zone ganz hell aussieht, namentlich nach vorn zu, immer noch eine gute Menge blasser, reihenweise gelagerter Pigmentzellen von der *Chorioidea*, die besonders in den Falten sitzen, welche die *Processus ciliares* enthielten, und dem Ganzen ein streifiges Ansehen geben. Einwärts von denselben liegt eine einfache Schicht heller, oft sehr blasser, polygonaler oder cylindrischer, kernhaltiger Zellen von 0,006—0,012''', welche jedoch nie vollständig ist, sondern immer theilweise mit den *Processus ciliares* sich abzieht, an denen sie schon *Henle* u. A. gesehen haben. Diese Zellenlage gehört zur *Retina* und nicht zur Glashaut und wird am Passendsten mit dem Namen *Pars ciliaris retinae* bezeichnet. Dieselbe ist die unmittelbare Fortsetzung der *Retina*, obschon sie keinen der wesentlichen Theile dieser Haut enthält, und ihre Verbindung mit derselben wahrscheinlich nur dem Umstande verdankt, dass sie mit der Nervenhaut eine gemeinsame Fötalanlage hat, zieht zwischen der *Corona ciliaris* und der *Zonula Zinnii* und mit beiden innig verbunden nach vorn und endet, die *Zonula Zinnii* verlassend, da wo die Ciliarfortsätze an die *Iris* angrenzen.

Sieht man von dieser Lage ab, so ist die *Zonula* ein dünnes durchsichtiges aber ziemlich festes Häutchen, das von der *Ora serrata retinae* bis zum Rande der Linse sich erstreckt und als Fortsetzung der *Membrana hyaloidea* erscheint. Dasselbe besteht aus eigenthümlichen blassen schon von *Henle* sehr gut charakterisirten Fasern, welche an gewisse Formen des netzförmigen Bindegewebes erinnern, nur steifer sind, meist keine deutlichen Fibrillen zeigen und in Essigsäure weniger aufquellen. Dieselben beginnen etwas hinter der *Ora serrata retinae* an der Aussenseite der *Hyaloidea*, jedoch in dem innigsten Zusammenhange mit derselben, sehr fein, zum Theil wie Bindegewebsfibrillen, verlaufen als eine anfangs lockere, dann immer dichtere Lage an Stärke zunehmend (bis zu 0,004 selbst 0,01''' und dicker) unter häufigen Theilungen und Anastomosen, grösstentheils parallel nebeneinander nach vorn, bis sie am freien Theile der *Zonula* eine vollkommen zusammenhängende Lage, jedoch immer noch mit einzelnen isolirbaren Bündeln bilden, und dann mit der Linsenkapsel verschmelzen. Von der *Ora serrata* bis zum

Anfange des *Petit*'schen Canals ist neben den Zonulafasern eine *Hyaloidea* nicht mehr zu unterscheiden, an dem genannten Canale dagegen, wo sich die Masse des Glaspörpers von der Faserschicht trennt, besitzt derselbe wiederum eine jedoch noch zartere Begrenzung als früher, die die hintere Wand des *Petit*'schen Canals bildet und dann in der ganzen Ausdehnung der zellenförmigen Grube sehr innig mit dem hintern Blatte der Linsenkapsel sich vereint.

Von den neuesten Autoren über den Glaskörper hat sich *Finkbeiner* so ziemlich an *Hannover* angeschlossen, während *Doncan* mehr der von *Virchow* und mir vertretenen Ansicht huldigt. Der erste Autor, der sich des Sublimats als Erhärtungsmittel bediente, findet den Glaskörper beim Menschen so gebaut, wie ihn *Hannover* schildert, konnte dagegen bei Säugethieren nur 7—12 concentrische Säcke finden und nicht so viele wie *H.* angibt. Bei sorgfältiger Präparation kann man nach Eröffnung der *Hyaloidea*, die Säcke nach und nach einzeln öffnen. Der innerste Sack enthält einen grössern und mit Glasfeuchtigkeit erfüllten Raum, der vom *Canalis hyaloideus* (d. h. der obliterirten *Art. hyaloidea*) durchsetzt wird, an dessen Wände die Säcke sich ansetzen. Die *Membrana hyaloidea* besteht nach *F.* aus feinen Fäserchen und einem Epithel, das in der Nähe der Sehnerven sehr grosszellig sein soll, und ebenso sollen auch die Membranen im Innern feinfaserig sein und ein kleines Epithel darbieten. — Ich habe von einem solchen Epithel noch nichts wahrgenommen und erweckt es nicht gerade grosses Zutrauen, dass *F.* die Zellen des *Pars ciliaris retinae* zum Epithel des Glaskörpers zählt.

Doncan betont vor allem den Umstand, dass, wie bekannt, beim Durchschneiden des Glaskörpers Flüssigkeit ausfliesse, während etwas compacteres zurückbleibe, und meint, die Ansicht von *Virchow* und mir sei nicht ausreichend um dies zu erklären. Einzelnheiten anlangend, so fand *Doncan* im Glaskörper 1) die schon oben erwähnten Zellen; 2) hie und da ohne Regelmässigkeit feine mit Körnchen besetzte Fasern; 3) einzelne Körnchenhaufen von verschiedener Grösse und 4) gefaltete membranöse Fetzen in den vorderen Theilen des Organs. Von den *Hannover*'schen Membranen sah *D.* am frischen Glaskörper, sowie nach Anwendung von Bleiessig und Chromsäure nichts. Doch besässen Chromsäurepräparate eine radiäre Streifung, von der es *Doncan* unentschieden lässt, ob sie auf eine Abtheilung des Glaskörpers in bestimmte Zonen hinweise oder einfach künstlich erzeugt wäre. Ausserdem hebt *D.* hervor, dass durch Berlinerblauniederschläge zwar die *Hyaloidea* aber keine Membranen im Innern sich färben, so wie dass die Art der Bewegung des *Mouches volantes* gegen den *Hannover*'schen Bau sprechen. Doch ist er auf der andern Seite aus demselben Grunde auch dafür, im Glaskörper bestimmte mit Flüssigkeit gefüllte Räume anzunehmen, obwohl er dieselben nicht zu demonstriren im Stande wär. Diese Räume müssten den Bewegungen *Mouches volantes* nach zu schliessen im hinteren Theile des Organs besonders in verticaler Richtung bis zu 3^{mm} ausgedehnt sein, im vordern Theile dagegen in querer Richtung. In der Sehaxe ferner müssten unbekannte Hemmnisse sein (die obliterirte *Art. hyaloidea? K.*), welche Bewegungen von Körpern von vorn nach hinten und von rechts nach links verhindern.

In der Nähe des Sehnerveneintritts fand *H. Müller* an der *Hyaloidea* ein etwas knotiges Netz mit einzelnen Kernen, wahrscheinlich ein Rest der fötalen Gefässe, welches auch in Thieraugen an der obliterirten *Art. hyaloidea* sich findet.

B. Accessorische Organe.

§. 233.

Die **Augenlider** haben als Stütze die sogenannten **Augenlidknorpel**, *Tarsi*, dünne, halbmondförmige, biegsame aber ziemlich elastische, innen und aussen durch fibröse Bänder, die *Ligg. tarsi*, befestigte Platten,

welche dem Bau nach zu dem festen geformten Bindegewebe gehören, jedoch hie und da auch eine gewisse Zahl kleiner Knorpelzellen enthalten. Ueberzogen werden diese 0,3—0,4‴ dicken Platten, deren Fasern vorzüglich parallel den Rändern verlaufen, aussen von dem *Orbicularis palpebrarum* und der Haut, innen von der Bindehaut. Die äussere Haut ist hier sehr dünn ($^1/_5$—$^1/_8$‴), mit dünnem fettlosem lockerem Unterhautbindegewebe, zarter, 0,055—0,058‴ dicker Oberhaut und kurzen Papillen (von $^1/_{66}$—$^1/_{40}$‴), besitzt jedoch noch in ihrer ganzen Ausdehnung kleine Schweissdrüsen (von $^1/_{10}$—$^1/_{12}$‴) und fast ohne Ausnahme viele kleine Härchen (häufig, ob immer, weiss ich nicht, ohne nebenstehende Talgdrüsen), welche letzteren an ihrem Rande als Augenwimpern eine bedeutendere Entwickelung zeigen und auch mit kleinen Talgdrüsen versehen sind. Dem Bau und dem Secrete nach mit den Talgdrüsen vollkommen übereinstimmend, dagegen in der Form etwas abweichend sind die *Meibom*'schen Drüsen, welche, 20—40 an der Zahl, in Gestalt langgestreckter weisser zierlicher Träubchen, eine neben der andern, in den Augenlidknorpeln drin stecken, so dass die Längenaxen der Drüsen diejenige der *Tarsi* unter einem rechten Winkel schneiden. Jede von diesen Drüsen, die an umgeschlagenen Augenlidern ohne Weiteres zu sehen sind und nicht die volle Breite der *Tarsi* einnehmen, besteht aus einem graden, 0,04—0,05‴ weiten Ausführungsgange, der an seiner Ausmündung an der innern Kante des freien Augenlidrandes noch von gewöhnlicher Epidermis mit Hornschicht und Schleimschicht ausgekleidet ist, weiter unten wie bei den Talgdrüsen sich verhält. Derselbe ist in seinem ganzen Verlaufe mit runden oder birnförmigen kurzgestielten, isolirten, oder zu mehreren vereinigten Drüsenbläschen von 0,04—0,07—0,1‴ besetzt, in denen in derselben Weise, wie von den Talgdrüsen schon geschildert wurde (§. 77), eine beständige Production von fetthaltigen, runden, 0,005—0,01‴ grossen Zellen statt hat, welche von den Talgzellen nur dadurch sich unterscheiden, dass ihre Fetttropfen gewöhnlich nicht in einen grösseren Tropfen zusammenfliessen, sondern getrennt bleiben. Indem diese Zellen nach dem Ausführungsgange zu rücken, zerfallen sie nach und nach in einen weisslichen Brei von Fetttröpfchen und bilden die sogenannte Augenbutter, *Lema s. sebum palpebrale.* — Der *Orbicularis palpebrarum* aus quergestreiften jedoch eher dünneren und blassen Muskelfasern gebildet, liegt unmittelbar an der Haut und ist in seinem *Stratum internum* durch eine Lage lockeren, zum Theil fetthaltigen Bindegewebes von den *Tarsi* getrennt, so dass er sammt der Haut leicht in einer Falte von denselben abgehoben werden kann. Nur gegen den freien Augenlidrand hängt dieser Muskel fester mit denselben zusammen und zeigt hier auch ein durch die Bälge der Augenwimpern von dem übrigen Muskel getrenntes, am Rande selbst befindliches Bündel, den sogenannten Wimpermuskel, *Musculus ciliaris (Riolan)*, von dem einzelne Bündel selbst hinter den Ausführungsgängen der *Meibom*'schen Drüsen liegen können *(Löwig, Moll, Albini).*

Die Bindehaut, *Conjunctiva*, eine Schleimhaut, beginnt am freien Augenlidrande als unmittelbare Fortsetzung der äussern Haut, bekleidet die hintere Fläche der Augenlider und schlägt sich dann auf den Augapfel über,

um den vordersten Theil der *Sclerotica* und die ganze *Cornea* zu überziehen. Die *Conjunctiva palpebrarum* ist ein 0,12—0,16‴ dickes röthliches Häutchen, das mit der hintern Fläche der *Tarsi* sehr innig zusammenhängt und aus einer der Cutis entsprechenden derben Bindegewebslage von 0,08—0,11‴ Dicke und einem geschichteten 0,04 dicken Epithel mit länglichen Zellen in der Tiefe, polygonalen, leicht abgeplatteten, kernhaltigen, beim Menschen, so viel ich sehe, nicht flimmernden Zellen oben besteht. Auch Papillen, ähnlich denen der Cutis, finden sich an der Bindehaut der Lider, die einen kleiner und mehr cylindrisch, andere, namentlich gegen die Umbiegungsstelle hin, wo die Haut überhaupt an Dicke zunimmt, grösser (bis $1/_{10}$‴ lang) und warzen- und pilzförmig. An der Umbeugungsstelle selbst beschreiben *C. Krause*, auch *Sappey* und *W. Krause*, kleine traubenförmige Schleimdrüsen von $1/_{16}$—$1/_{3}$‴ Grösse, welche nach *W. Krause* am obern Lide bis zu 42 an Zahl, am untern nur zu 2—6 vorkommen. Die *Conjunctiva scleroticae* ist weiss, minder derb und dick als die der Lider, an feinen elastischen Fasern ziemlich reich und durch ein reichliches submucöses, mit mehr oder weniger Fettzellen versehenes Bindegewebe locker und verschiebbar an die harte Haut geheftet. Papillen fehlen hier ausser an der Umbeugungsstelle ganz, ebenso Drüsen, dagegen ist das Epithel recht entwickelt, wie an der *Conjunctiva corneae* und unter demselben zeigt sich nicht selten als äusserste Schicht der eigentlichen Schleimhaut ein sehr deutlicher structurloser schmaler Saum. Am Rande der Hornhaut erzeugt die *Conjunctiva scleroticae*, namentlich bei alten Leuten, einen $1/_{2}$—1‴ breiten ringförmigen leichten Wulst, *Annulus conjunctivae*, der unten und besonders oben etwas auf die *Cornea* übergreift. Von der Bindehaut der Hornhaut war schon oben die Rede und ist nur noch der *Plica semilunaris* oder des dritten Augenlides am innern Augenwinkel Erwähnung zu thun. Dasselbe ist eine einfache Falte der *Conjunctiva scleroticae*, welche vorn in einer hügelartigen Erhebung, der *Caruncula lacrymalis*, etwa ein Dutzend feine Härchen mit eben so vielen um dieselben herumliegenden rosettenförmigen Talgdrüsen von $1/_{5}$—$1/_{4}$‴ umgeben von vielen Fettzellen enthält.

Der Thränenapparat besteht erstens aus den Thränendrüsen, einer gewissen Zahl grösserer und kleinerer, zusammengesetzt traubiger Drüsen, die in zwei Gruppen, der sogenannten obern und untern Thränendrüse, angeordnet sind und im Bau der grössern und kleinern Läppchen, so wie der 0,02—0,04‴ weiten rundlichen Drüsenblasen vollkommen an die Speichel- und Schleimdrüsen sich anschliessen (s. §. 137, 139). Die Ausführungsgänge derselben durchbohren, 6—12 an der Zahl, in der Falte zwischen dem äussern Theil des obern Augenlides und dem *Bulbus* die *Conjunctiva* und sind äusserst feine, aus Bindegewebe mit einigen Kernen und elastischen Fäserchen und einem cylindrischen Epithel gebildete Canälchen, deren Darstellung beim Menschen äusserst schwierig ist, dagegen bei Thieren (beim Ochsen z. B.) leicht gelingt. — Eben so einfach wie die Ausführungsgänge der Thränendrüsen sind auch die die Thränen ableitenden Wege gebaut, und bestehen dieselben nur aus einem derben Bindegewebe mit vielen namentlich in den Thränencanälchen zahlreichen Netzen feiner elastischer Fasern, das als Fortsetzung der Schleimhaut der Nasenhöhle und der *Conjunctiva* erscheint, und einem

Epithel, das in den *Canaliculi lacrymales* ein geschichtetes Pflasterepithelium wie auf der *Conjunctiva* ist, im Thränensacke und dem Thränengange dagegen wie das der Nasenhöhle flimmert. — Die Augen- und Augenlidermuskeln, auch der *Musculus Horneri*, bestehen alle aus quergestreiften Muskelfasern und zeigen, wie ihre Sehnen, keine Abweichungen von denen von Rumpf und Extremitäten. Die *Fascia bulbi oculi s. Tenoni* ist eine ächte fibröse Haut und was die *Trochlea* betrifft, so wird dieselbe vorzüglich von derbem Bindegewebe gebildet, in dem nur wenige Knorpelzellen nachzuweisen sind.

Die Gefässe der in diesem §. geschilderten Organe zeigen wenig Bemerkenswerthes. Am reichlichsten sind dieselben, abgesehen von den Muskeln und der Haut, in der *Conjunctiva palpebrarum*, in der sie namentlich auch in die Papillen eingehen, und dann in den Thränendrüsen und der *Caruncula lacrymalis*. Auch die *Conjunctiva scleroticae* hat viele Gefässe und eben so sind auch die *Meibom*'schen Drüsen innerhalb der *Tarsi* von einzelnen solchen umgeben. Saugadern sind mit Ausnahme der Haut der Augenlider nur in der *Conjunctiva scleroticae* von *Arnold* nachgewiesen, wo sie ein am Rande der Hornhaut feineres, nach aussen lockeres Netz bilden und durch mehrere Stämmchen nach aussen abführen. An Nerven sind die Augenlider und die Bindehaut überhaupt bedeutend reich, ihr Verhalten ist jedoch nur in der *Conjunctiva* etwas genauer untersucht. Ich fand hier beim Menschen Endplexus wie in der äussern Haut mit zahlreichen Theilungen an 0,001—0,006''' dicken Röhren bis an den Cornearand hin, und ziemlich bestimmte Andeutungen von Schlingen und freien Endigungen. Ausserdem zeigten sich auch in einem Falle gegen die Bindehaut der Augenlider zu eigenthümliche Nervenknäuel von 0,02—0,028''' Grösse, in die meist eine Nervenfaser eintrat, während 2—4 herauskamen (s. m. Mikr. Anat. II. 1. pg. 31, Fig. 13, A. 3). Das Verhalten der Nerven des Thränenapparates ist gänzlich unbekannt.

Nach einer eben (im October 1858) von *H. Müller* gemachten Entdeckung ist der *Musculus orbitalis* der Säuger ein glatter Muskel und findet sich als solcher auch in der Augenhöhle des Menschen.

§. 234.

Physiologische Bemerkungen. Der Augapfel entwickelt sich nicht von einem Punkte aus als ein Ganzes, sondern entsteht durch das Zusammentreffen von Bildungen, die einerseits vom centralen Nervensysteme, andrerseits von der Haut und drittens von den zwischen beiden gelegenen Theilen ausgehen. Aus der ersten Hirnblase oder dem Vorderhirn entstehen bei Hühnerembryonen schon am Anfange des zweiten Tages die primitiven Augenblasen, als zwei anfangs ungestielte später mit einem hohlen Stiel, der Anlage der Sehnerven, versehene Ausstülpungen. Am Anfange des dritten Tages beginnt von der diese Blasen bedeckenden Haut des Gesichtes aus die Bildung der Linse dadurch, dass die Oberhaut nach innen sich verdickt und sich einstülpt, wodurch die vordere Wand der primitiven Augenblase ebenfalls eingestülpt wird und an die hintere Wand sich anlegt, so dass die Höhlung der Blase ganz verschwindet. Anfangs umfasst nun diese secundäre Augenblase die Linse, die mittlerweile von der Oberhaut sich abgeschnürt hat und unter dieselbe zu liegen gekommen ist, nach Art eines Bechers ganz

genau, später entwickelt sich jedoch zwischen beiden in einem besonderen neuen *Cavum* der Glaskörper. Wie derselbe sich bildet ist noch nicht ausgemacht, doch ist mit *Schöler* am wahrscheinlichsten, dass derselbe ebenfalls von der Haut aus, und zwar von der unter und hinter der Linse gelegenen Gegend hereinwächst und mit derselben an der Einstülpung der primitiven Augenblase sich betheiligt. Aus der innern dickeren Wand der eingestülpten oder secundären Augenblase gestaltet sich nach *Remak* die *Retina*, aus der äussern dünnern die *Chorioidea*, aus deren vorderen Rand erst später die *Iris* hervorwächst. *Sclerotica* und *Cornea* legen sich von aussen her an den so gebildeten Augapfel an und ist die erste zum Theil eine Production der Haut.

Eine interessante Erscheinung sind die in fötalen Augen auch an den durchsichtigen Medien vorkommenden Gefässe. Der Glaskörper besitzt an seiner Aussenfläche zwischen der *Membrana hyaloidea* und der *Retina* ein ziemlich weitmaschiges Gefässnetz, das von Aesten der *Arteria centralis retinae*, die beim Eintritte derselben ins Auge abgehen, gespeist wird und vorn am Rande der Linse auf der *Zonula Zinnii* einen ringförmigen Gefässkranz, den *Circulus arteriosus Mascagnii*, bildet, aus dem dann noch Gefässe zur gleich zu beschreibenden *Membrana capsulo-pupillaris* abtreten. Ausserdem geht eine besondere, ebenfalls von der *Art. centralis retinae* abstammende *Arteria hyaloidea* in dem sogenannten *Canalis hyaloideus* mitten durch den Glaskörper geraden Weges zur Linse und verzweigt sich aufs zierlichste baumförmig unter sehr spitzen Winkeln in einem der hintern Wand der Linsenkapsel dicht anliegenden Häutchen. Dieses ist nichts anderes, als ein Theil einer äussern gefässreichen Kapsel, welche die Linse anfänglich ganz genau umgibt, und in ihrer vordern Wand von den um den Rand der Linse nach vorn sich umschlagenden Fortsetzungen der *Art. hyaloidea*, mit denen Aeste des *Circulus arteriosus Mascagnii* und des vordern Randes der *Uvea* sich verbinden, versorgt wird. Später, wenn die Linse von der Hornhaut, der sie zuerst dicht anliegt, sich zurückzieht und vom Rande der *Uvea* aus die *Iris* hervorsprosst, wird die vordere Wand der gefässreichen Linsenkapsel in zwei Theile geschieden, einen mittlern vorderen, der vom Rande der *Iris* ausgehend und durch Gefässe mit dieser Haut verbunden die Pupille schliesst, *Membrana pupillaris*, und einen äussern hintern, der von demselben Punkte aus rückwärts zum Rande der Linse tritt, *Membrana capsulo-pupillaris*. Je mehr *Iris* und Augenkammern sich ausbilden und die Linse zurücktritt, um so deutlicher wird die letztere, bis sie zuletzt als eine die hintere Augenkammer durchsetzende zarte Membran erscheint. Das Venenblut aller der genannten Theile wird durch die Venen der *Iris* und von der äussern Fläche des Glaskörpers auch durch die der *Retina* abgeführt, vielleicht auch durch eine, jedoch von manchen Autoren bezweifelte und von mir auch noch nicht gesehene *Vena hyaloidea*, die denselben Weg nehmen soll, wie die Arterie. Was die genetische Bedeutung der gefässreichen Kapsel anlangt, so ist hierüber noch nichts ermittelt. Ich halte dieselbe, die ich aus einem homogenen Gewebe mit spärlichen eingestreuten Zellen zusammengesetzt finde, für ein der *Cutis* entsprechendes Gebilde, das bei der Bildung der Linse mit einem Theil der Epidermis aus der Haut sich ablöst und ins Auge hineingeräth. Der

Glaskörper kann dann als unentwickeltes subcutanes Bindegewebe aufgefasst werden, um so mehr da, wie ich gezeigt habe (§. 28), alles subcutane Bindegewebe der Embryonen einmal vollkommen gallertig ist und, wie das auch hierher gehörende Schmelzorgan *in specie*, dem Schleimgewebe des Glaskörpers in Ansehen und Consistenz auffallend gleicht.

Ueber die histiologische Entwickelung der Augen ist hier nur Folgendes zu bemerken. Dieselben bestehen in früheren Zeiten in allen ihren Theilen aus gleichmässigen Bildungszellen, welche im Laufe der Zeit in die verschiedenen Gewebe sich umwandeln. In der Faserhaut werden im 2. und 3. Monate die Zellen in oben (§. 28) geschilderter Weise zu Bindegewebe und zugleich hiermit bildet sich dann auch die Verschiedenheit der Hornhaut und harten Haut aus, welche anfangs auch äusserlich sich ganz gleich sind und nur Eine Haut ausmachen. In der *Uvea* werden die Zellen zumeist zur Bildung der Gefässe aufgebraucht, ein anderer Theil geht, indem er im Anfang des 3. Monats Pigmentkörnchen in sich ablagert, in die inneren und äusseren Pigmentlagen, noch andere in Muskeln, Nerven, Epithelien und Bindegewebe dieser Häute über. In der *Retina* lässt sich die Entwickelung der Nervenzellen und der sogenannten Körner aus embryonalen Zellen leicht verfolgen. Dasselbe habe ich von den Zapfen gesehen, und ebenso glaube ich beim Frosch auch für die Stäbchen annehmen zu dürfen, dass dieselben nichts als verlängerte Zellen sind (s. Mikr. Anat. II, 2, p. 730), dagegen ist die Bildung der Stäbchen bei Säugethieren und die der Nervenfasern selbst noch nicht verfolgt. Die Linse endlich besteht anfänglich ganz aus Zellen, welche im Laufe der Zeit in Fasern übergehen. Ich stimme *H. Meyer* bei, wenn er aus dem Umstande, dass die fötalen und kindlichen Linsenfasern nur je Einen Kern zeigen, schliesst, dass dieselben jede aus einer einzigen Zelle sich entwickeln. Diese Kerne bilden in ihrer Totalität aufgefasst eine von den Rändern der Linse aus mitten durch ihre vordere Hälfte gehende dünne Lage mit einer schwachen Convexität nach vorn (Kernzone *Meyer*), und sind in den innern Theilen kleiner, wie in Auflösung begriffen, woraus zu schliessen ist, dass die Linse durch Apposition von dünnen Schichten von aussen wächst. Die Bildungszellen der Linsenröhren sind die

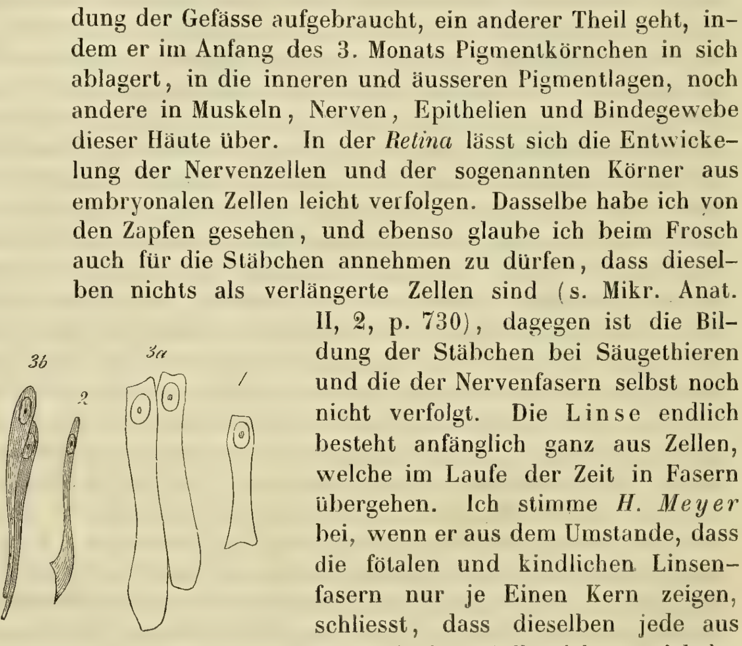


Fig. 342.

Fig. 342. In Entwickelung begriffene Linsenfasern von einem Erwachsenen, 350mal vergr. 1. Eine ganz junge Faser von der Fläche mit dem Kern am vordern Ende. 2. Eine solche etwas längere von der Seite. 3*a*. Noch längere Fasern von der Fläche. 3*b*. Ebensolche von der Seite, welche alle noch nicht nach vorn zu ausgewachsen sind. 4. Eine solche, bei der die Verlängerung nach vorn beginnt. 5. Nach beiden Enden verlängerte schon ziemlich lange Faser, *a*. hinteres, *b*. vorderes Ende derselben.

an der vordern Hälfte der Kapsel befindlichen Zellen und ist nach dem, was ich sehe, der Ausgangspunkt der Bildung der Linsenelemente der Rand des Organs. Noch in Linsen Erwachsener sieht man, wie ich gezeigt habe (Mikr. Anat. II, 2, p. 730 flgde.), am Rande des Organs der Linsenkapsel innig anhaftend alle Entwickelungsstadien der Linsenfasern (Fig. 342) und überzeugt sich, dass dieselben wirklich aus den Zellen des Epithels hervorgehen. —

Untersuchung des Sehorgans. Die Faserhaut des Auges untersucht man frisch und an aufgeweichten Schnitten getrockneter Präparate, welche letztere namentlich auch von der *Cornea* und der Uebergangsstelle derselben in die *Sclerotica* gute Bilder geben. Trocknet man nach Herausnahme von Glaskörper und Linse die *Iris* und *Chorioidea* mit, so kann man auch die Verbindung derselben untereinander und mit der Faserhaut studiren. Um die Nerven und Gefässe der Hornhaut zu sehen, schneidet man an frischen Augen durch einen Cirkelschnitt die Hornhaut mit dem Rande der *Sclerotica* ab, theilt das Ganze in 3 oder 4 Segmente, welche man, damit sie besser sich legen, am Schnittrande noch mit kleinen Einschnitten versehen kann, befeuchtet mit *Humor aqueus* und bedeckt mit einem dünnen Plättchen. Dann sucht man erst mit einer kleineren Vergrösserung am Hornhautrande die hier meist noch dunklen Nervenstämme und verfolgt sie dann mit stärkeren Linsen. Am schönsten sind die Nerven in Kaninchenaugen, wo ich ihre Stämme von blossem Auge erkenne, doch lassen sich dieselben auch in andern Augen in der Regel leicht finden, immer schwer nach der Mitte zu verfolgen. Ist das Epithel trübe, so muss man es durch Natron entfernen, welches anfänglich die Nerven nicht alterirt. Die Gefässe sind meist noch mit Blut gefüllt und machen daher keine Schwierigkeiten. Das Hornhautepithel sieht man von der Fläche auf Schnitten trockener Präparate und beim Abkratzen sehr gut. Die *Demours*'sche Haut ist auf Schnitten sehr deutlich, manchmal auch ihr Epithel, sonst sieht man letzteres schön von der Fläche und an losgelösten Fetzen der Haut. Der Uebergang dieser Haut in das *Lig. iridis pectinatum*, wird auf Schnitten und durch sorgfältige Präparation erkannt. Im letztern Falle nehme man beim Ablösen der *Iris* und *Chorioidea* die innere Wand des *Schlemm*'schen Canales sorgfältig mit und suche von ihm aus noch Theile der *Demoursiana* abzulösen, was oft ganz gut gelingt. Die *Uvea* macht wenig Schwierigkeit. Die Pigmentzellen des *Stroma* mit ihren Ausläufern und das innere Pigment sieht man sehr leicht, letzteres an Faltenrändern und sorgfältig abgelösten Stückchen. Für den *Musc. ciliaris* ist ein frisches Auge nöthig, da seine Elemente bald unkenntlich werden. Die Irismuskeln studirt man an einem blauen Auge, am besten von einem Kinde, nach Wegnahme des hintern Pigments, dann an weissen Kaninchenaugen, an denen der *Sphincter pupillae* ohne Weiteres mit Essigsäure leicht zu sehen ist. Für die Nerven der *Iris* ist dieselbe Präparation anzuwenden, aber ein ganz frisches Auge und verdünntes Natron unumgänglich nöthig. Bei manchen Untersuchungen der *Uvea* ist es gut, dieselbe nach *v. Wittich* in Chlorwasser zu bleichen (s. Arch. f. OpthＯlm. II, 1. p. 125). Die *Retina* muss frisch von der Fläche, auf senkrechten Schnitten und an Faltenrändern untersucht werden und zwar mit *Humor aqueus* und ohne Anwendung von Deckglas, dann auch mit Hülfe leichter Compression und des Zerzupfens. Sehr wichtig sind hier Chromsäurepräparate, welche zwar die Stäbchen theilweise jedoch durchaus nicht immer alteriren, aber die andern Theile um so besser conserviren, und wären *Müller* und ich ohne dieses, von *Hannover* wegen seiner Einflüsse auf die Stäbchen mit Unrecht für die *Retina* als unpassend bezeichnetes Mittel nie zu den angeführten Resultaten gekommen. Am zweckmässigsten ist es eine frische *Retina* gleich mit Chromsäure zu behandeln und alle Stadien der Einwirkung des Mittels Schritt für Schritt zu verfolgen. Nimmt man die Lösung sehr verdünnt, so werden die Elemente sehr wenig alterirt und lassen sich namentlich leicht isoliren, ist sie etwas concentrirt, so sind dann namentlich Schnitte durch die *Retina* anzufertigen, ohne welche man keine vollständige Anschauung des Baues dieser Haut gewinnt. Ich mache dieselben so, dass ich ein Stückchen *Retina* auf einem Objectträger mit wenig Chromsäurelösung so ausbreite, dass es flach liegt und nicht flottiren kann. Dann werden mit einem scharfen convexen Scalpell oder Rasirmesser von einer gemachten Schnitt-

fläche durch Druck von oben möglichst feine Segmente entnommen, was bei etwelcher Uebung mit Leichtigkeit geht. Gut ist es jedoch, das schneidende Scalpell durch einen mit der andern Hand unter dasselbe gebrachten Scalpellstiel zu leiten, bis dasselbe unmittelbar über dem Rande der *Retina* steht. Hat man an solchen Schnitten, die vor Allem von der Gegend der *Macula lutea*, dann auch von andern Orten in der Quer- und Längsrichtung anzufertigen sind und die, wenn gerathen, nur wenige Lagen der Elemente darbieten müssen, die einzelnen Schichten, die sehr bestimmt von einander sich abgrenzen, studirt, so kann man dieselben noch sorgfältig zerzupfen oder mit Natron durchsichtiger machen, welches letztere jedoch in der Regel nicht viel nützt, weil die Elemente erblassen. Die *Membr. hyaloidea* löst sich in ihrem hintern Abschnitte immer mit dem Glaskörper äusserst leicht von der *Retina* und ist an jedem Auge an Schnitten von der Oberfläche des Glaskörpers unter dem Mikroskope und zum Theil von blossem Auge in ihren Falten zu erkennen. Die *Zonula Zinnii* dagegen wird an frischen Augen immer von abgelöstem Pigment und farblosem Epithel der Ciliarfortsätze und an ihrem hintern Ende von der *Retina* bedeckt, so dass sie hier nicht gut, fast nur an ihrem freien vordersten Theil zu erkennen ist. Immerhin kann man auch an solchen Präparaten nach möglichster Entfernung der anhaftenden Theile durch einen Pinsel ziemlichst deutliche Anschauungen erhalten, namentlich wenn man zu der Besichtigung der äussern und innern Fläche von Segmenten der vom Glaskörper getrennten *Zonula* und zerzupfter Präparate auch noch die Untersuchung der Faltenränder, namentlich der innern Fläche nimmt, welche bei einiger Sorgfalt in der ganzen Ausdehnung der *Zonula* und ihrer Verbindungsstelle mit der *Retina* sich erhalten lassen. Sehr schön und fast rein isolirt sich die *Zonula* im Zusammenhange mit der *Hyaloidea* von der *Retina* und den Zellen der Ciliarfortsätze in halbfaulen Augen und an macerirten Glaskörpern, und sind solche Präparate vor Allem geeignet zu zeigen, dass die *Zonula* ein Theil der *Hyaloidea* ist, ferner wie ihre Fasern auftreten und verlaufen. Zum Studium der Zonulafasern kann ich ausserdem besonders Chromsäurepräparate empfehlen, in denen dieselben ganz dunkel und glänzend werden, fast wie elastische Fasern. Linsenkapsel und Epithel derselben machen keine Schwierigkeiten. Die Linsenröhren sind frisch sehr hell, werden aber in verdünnter Chromsäure ausgezeichnet deutlich. Schnitte der Linse gewinnt man in Alkohol, Chromsäure oder von trocknen erhärteten Präparaten leicht und kann man dieselben durch Essigsäure wieder durchsichtiger machen. — Die accessorischen Organe der Augen bieten zu keinen besondern Bemerkungen Anlass, nur von den *Meibom*'schen Drüsen kann angegeben werden, dass sie an mit Essigsäure und Alkalien behandelten reinpräparirten *Tarsi* und an Längs- und Querschnitten getrockneter solcher am besten wahrzunehmen sind.

Literatur. Auge als Ganzes. *E. Brücke*, Anat. Beschreibung des menschl. Augapfels. Berlin 1847; *W. Bowman, Lectures on the parts concerned in the operations on the eye and on the structure of the retina and vitreous humor, London* 1840; *A. Hannover, Bidrag til Ojets Anatomie, Physiologie og Pathol., Kiöbenhavn* 1850; *R. A. Löwig, Quaestiones de oculi phys. Vratisl.* 1857; *J. A. Moll, Bijdragen tot de nat. der. oogleden, Utrecht* 1857; *Albini*, Beitr. zur Anat. d. Augenlider, Zeitschr. d. Wien. Aerzte, 1857, p. 32. — Conjunctiva: *Sappey, Sur les glandes des paupières*, in *Gaz. méd.* 1853; *W. Krause*, Ueber die Drüsen der *Conjunctiva*, in Zeitschr. f. rat. Med. 1854, IV, p. 337. — Sclerotica: *M. Erdl, Disq. anat. de oculo I. De m. sclerotica, Monach.* 1839; *Bochdalek*, Ueber die Nerven der *Sclerotica*, in Prag. Viertelj. 1849, IV, 119. — Cornea: *Kölliker*, Ueber die Nerven der Hornhaut, in Mitth. der naturf. Ges. in Zürich 1848, Nr. 19; *Strube*, Der normale Bau der *Cornea*, Diss. Würzb. 1851; *His*, Ueber den Bau der Hornhaut, in Würzb. Verh. III; *Coccius*, Ueber d. Ernähr. d. Hornhaut u. d. serumf. Gef., Leipz. 1852; *Henle*, im Jahresber. für 1852; *R. Maier*, Zur pathol. Anat. d. *Cornea*, in Freiburg. Ber. 1855, Nr. 6; *Dornblüth*, Ueb. d. Bau der *Cornea*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VII, p. 212 und Bd. VIII, p. 156; *Henle*, Ebendas. p. 234; *v. Wittich*, in Arch. f. pathol. Anat. IX, p. 190; *A. Winther*, Unters. über den Bau der Hornhaut, Giessen 1856, und *Virch.* Arch. X, p. 505; *W. His*, Beitr. z. norm. u. pathol. Histol. d. *Cornea*, Basel 1856. — Chorioidea und Iris: *E. Brücke*, Ueber den *Musc. cramptonianus* und den Spannmuskel der *Chorioidea*, in *Müller's* Arch. 1846; *v. Reecken, Onders.*

v. d. Toestel voor accomodatie, in *Ned. Lancet.* 1855; *J. Budge*, Ueber d. Beweg. d. Iris, Braunschweig 1855; *v. Wittich*, Vergl. hist. Mitth. in Arch. f. Ophthalmologie II, 1. p. 125; *H. Müller*, Anat. Beitr. z. Opthalmol. Arch. f. Ophth. II, 2 und III, 1; *Rouget* in *Gaz. med.* 1856, 9 und 50 und *Compt. rend.* 19. Mai u. 30. Juni; *Dechen*, *De musc. Brückiano, Diss.* 1856; *Levy*, *De musc. cil. structura Berol.* 1857, *Diss.*; *Arlt*, in Arch. f. Ophthalm. III, 2, p. 87; *Mannhart*, Ueb.d. Accomodationsapparate in Arch. f. Ophthalm. IV, 1. — Retina: *A. Michaelis*, in *Müll.* Arch. 1837, S. XII. u. *N. Act. T. XIX*, 1842; *R. Remak*, Zur mikrosk. Anatomie der *Retina*, in *Müll.* Arch. 1839; *F. Bidder*, Zur Anatomie der *Retina*, in *Müll* Arch. 1839 u. 1841; *A. Hannover*, Ueber die Netzhaut, in *Müll.* Arch. 1840 u. 1843, u. *Recherches microsc. sur le syst. nerveux, Copenh.* 1844; *F. Pacini*, *Sulla tessitura intima della retina*, in *Nuovi Annali delle scienze naturali di Bologna* 1845, auch deutsch, Freib. 1847; *Corti*, Beitrag zur Anatomie der *Retina*, in *Müll.* Arch. 1850, p. 274, dann in Zeitschr. f. wiss. Zool. V, p. 87; *H. Müller*, Zur Histiologie der Netzhaut, in Zeitschr. f. wiss. Zool. 1851, p. 234, ferner in Würzb. Verh. II, p. 234, III, p. 336, IV, p. 96; *Henle*, in Zeitschrift für rat. Med. N. F. II, p. 304; *Kölliker*, Zur Anat. u. Phys. d. *Retina*, in Würzb. Verh. III, p. 316, dann mit *H. Müller* in *Compt. rendus*, 1853, *Oct.*; *Remak*, in *Compt. rend.* 12. *Nov.* 1853, dann in Allgem. Med. Centralz. 1854, Nr. 1, und Deutsche Klinik 1854, Nr. 16; *M. de Vintschgau*, *Sulla struttura della retina*, in Sitz. d. Wiener Akad. 1854; *Bergmann*, Zur Kenntniss des gelben Flecks, in Zeitschr. f. rat. Med. N. F. V, p. 245; *Blessig*, *De retinae structura, Diss. inaug. Dorp.* 1855; *Bergmann*, in Gött. Anz. 1855, Nr. 181 u. Anat. u. Phys. ü. d. Netzhaut in Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. II, p. 83; *J. Goodsir*, *Lecture on the retina*, in *Edinb. med. Journ.* 1855, *p.* 377; *H. Müller*, Anat. phys. Unters. ü. d. *Retina*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII, p. 1, und *Compt. rend.* 1856, *Oct.*; *M. Schultze*, Berl. Monatsb. 1856; *Lehman*, *Exp. q. de nervi opt. dissecti ad retinae text. vi, Dorp.* 1857; *Th. Nunneley*, *On the struct. of the retina*, in *Quart. Journ. of micr. sc.* 1858, *July.* — Glaskörper: *E. Brücke*, Ueber den innern Bau des Glaskörpers, in *Müll.* Arch. 1843, S. 345, und 1845 S. 130; *Hannover*, Entdeckung des Baues des Glaskörpers, in *Müll.* Arch. 1845, S. 467; *W. Bowman*, in der oben citirten Schrift und in *Dubl. Quart. Journ. Aug.* 1845, *p.* 102; *Virchow*, Notiz über den Glaskörper, in Arch. f. pathol. Anatomie IV, p. 468, V, p. 278, und in Verh. d. Würzb. phys. med. Gesellsch. II, p. 317; *Doncan*, *De bouw van het glasachtig ligchaam*, in *Ned. Lanc.* 1853—54, *p.* 625; *Finkbeiner*, Vergl. Unters. d. Str. d. *Glask*, in Zeitschr. f. wiss, Zool. VI, p. 330. — Linse: *A. Hannover*, Beobachtungen über den Bau der Linse, in *Müll.* Arch. 1845, S. 478; *Harting*, *Histiolog. Anteekenigen* 1846, *p.* 1—7, und *Rech. micrométriques*; *Mensonides*, in *Ned. Lanc.* 1848, *p.* 694, 709; *H. Meyer*, in *Müller's* Arch. 1851, p. 202; *Strahl*, in Arch. f. phys. Heilk. XI, 332; *Kölliker*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI, p. 142; *Thomas*, Beitr. z. K. d. Struct. d. Linse, in Prag. Viert. Bd. I; *Lohmeyer*, in Zeitschr. f. rat. Med. N. F. Bd. V; *Czermak*, Ueber die Curvensysteme v. *Dr. Thomas*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VII, p. 185; *Robin*, *Anat. path. d. Cataracte*, in *Arch. d'Opthalm. V*; *Th. Nunneley*, *The Form, Density and Structure of the crystalline Lens*, in *Journ. of micr. sc. April* 1858, *p.* 136. — Entwickelung des Auges: *H. Schöler*, *De oculi evolutione, Mitav.* 1849, *Diss.*; *Remak*, in seinem grossen Werk über Entwickelungsgeschichte, 1850 und 1851. Ausserdem vergleiche man *Arnold*, *Icon. Org. sensuum*, m. Mikr. Anat. und in *Ecker*, *Icon. phys.*, die Retinatafel von *H. Müller* und mir.

II. Vom Gehörorgan.

§. 235.

Das Gehörorgan besteht aus den eigentlich empfindenden Theilen mit der Ausbreitung der Hörnerven, welche in der Knochenmasse des Labyrinths enthalten sind, und aus besondern Hülfsapparaten, dem äussern und mittlern Ohr, deren Hauptbestimmung die ist, für richtige Auffassung und Zuleitung der Schallwellen zu sorgen.

§. 236

Aeusseres und mittleres Ohr. Die Ohrmuschel und der knorpelige äussere Gehörgang haben als Stütze den $\frac{1}{8}$—1‴ dicken, mit dem festen Perichondrium sehr biegsamen, sonst äusserst brüchigen Ohrknorpel, *Cartilago auris*, von bekannter Form, der in seinem feinern Bau an die gelben oder Netzknorpel sich anschliesst, jedoch durch ein bedeutendes Vorwiegen der 0,01‴ grossen Knorpelzellen vor der streifigen Grundsubstanz sich auszeichnet. Ueberzogen wird derselbe von der äussern Haut, welche mit Ausnahme des Ohrläppchens fast fettlos ist, an der concaven Seite der Muschel dem Knorpel fest adhärirt, und hier durch einen bedeutenden Reichthum von Drüsen sich auszeichnet. Dieselben sind einmal gewöhnliche Talgdrüsen, welche in der *Concha* und *Fossa scaphoidea* am entwickeltsten sind und hier den Durchmesser von $\frac{1}{4}$—1‴ erreichen, dann kleine Schweissdrüsen von $\frac{1}{16}$‴, an der convexen Seite der Ohrmuschel, endlich die schon oben (§. 74, 75) geschilderten Ohrenschmalzdrüsen im knorpeligen äussern Gehörgange selbst. In letzterem misst die *Cutis* noch $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{8}$‴, ohne die $\frac{1}{75}$—$\frac{1}{50}$‴ dicke Epidermis und hat ausser den *Glandulae ceruminosae* noch Härchen und Talgdrüsen in einem derben subcutanen Gewebe, während sie im *Meatus osseus* ganz zart ist, jedoch bis ans Trommelfell kleine Papillen besitzt *(Gerlach)* und ganz fest mit dem Perioste dieses Ganges verschmilzt.

Das mittlere Ohr wird in allen seinen Räumen, sammt den in ihm enthaltenen Gehörknöchelchen, Sehnen, Nerven, von einer zarten Schleimhaut ausgekleidet, welche in den Zitzenzellen und auf den *Ossicula auditus*, wo sie auch die *Membr. obturatoria stapedis* bildet, und an der *Membr. tympani* noch zarter ist, als in den Nebenhöhlen der Nase, am dicksten in der *Tuba Eustachii.* Ihr Epithel ist an letzgenanntem Orte ein geschichtetes Flimmerepithelium von 0,024‴ Dicke, welches in der Paukenhöhle in eine dünne, 1- oder 2schichtige, jedoch noch flimmernde Lage pflasterförmiger Zellen sich umwandelt und bis in die Nebenhöhlen sich erstreckt, jedoch, wie wir hier neulich an einem Hingerichteten fanden, am Trommelfelle durch ein einfaches nicht wimperndes Pflasterepithel ersetzt wird. Das Trommelfell besteht aus einer mittleren fibrösen Platte, welche am *Sulcus tympanicus*, im Zusammenhang mit dem Perioste der *Cavitas tympani* und des *Meatus osseus* und mit der den letztern auskleidenden *Cutis*, mit einem verdichteten Streifen besonders ringförmiger Fasern, dem sogenannten *Annulus cartilagineus* beginnt. Diese Platte wird an ihrer äussern Fläche von radiären, gegen den mitten in dieser Schicht steckenden Hammergriff convergirenden Fasern und innen aus mehr circulären Elementen gebildet, welche beiden Lagen z. Th. von einander sich sondern lassen und beide aus dünnen z. Th. anastomosirenden Bindegewebsbündeln mit Saftzellen bestehen. Aussen sitzt auf dieser Haut eine zarte Fortsetzung der Epidermis des äussern Gehörganges, so wie auch des *Corium* *(Arnold, v. Tröltsch)*, welches letztere jedoch kaum einen vollständigen Ueberzug bildet *(Gerlach)*.

Die Gehörknöchelchen bestehen vorzüglich aus schwammiger Knochensubstanz mit einer zarten compacten Rinde und ihre Gelenke und Bän-

der ahmen im Kleinen andere solche Organe selbst bis auf die fast nur einschichtige Knorpellage vollkommen nach. Ihre Muskeln sind wie die des äussern Ohres quergestreift. — Die *Tuba Eustachii* hat als Grundlage zum Theil einen Knorpel, der seinem Bau nach mehr an die ächten Knorpel sich anschliesst, jedoch meist eine blasse faserige Grundsubstanz besitzt, und enthält im knorpeligen Theile, besonders gegen die Mündung zu, viele traubige Schleimdrüsen, vollkommen von derselben Beschaffenheit wie die des Pharynx, in dessen Schleimhaut die der Tuba ohne Grenze sich verliert. — Mit Gefässen und Nerven ist das äussere Ohr in ähnlicher Weise versehen, wie die äussere Haut. Im mittleren Ohr ist namentlich die Schleimhaut der Wandungen der Paukenhöhle reich an Gefässen, ebenso die *Tuba Eustachii* und das Trommelfell, in welch' letzterem die stärksten Arterien und Venen längs des Hammergriffes in der äussern Cutislage verlaufen und am Umkreis der Haut arterielle und venöse Gefässringe erzeugen, ausserdem auch zahlreich in der Schleimhaut sich verästeln. Die Nerven stammen vorzüglich vom 9. und 5. Paar und verästeln sich im Ganzen genommen spärlich in der Schleimhaut. Ihre Endigungen sind unbekannt, dagegen weiss man, dass der *N. tympanicus* viele grosse, isolirte oder in kleinen Knötchen beisammen liegende Ganglienzellen enthält. Am Trommelfell steigt das in der äussern Cutislage liegende Hauptnervenästchen (vom *Vagus?* nach *Sappey*) vom Perioste des *Meatus* her von oben herab an die Membran, gibt schon in der Gegend der *Proc. brevis* Aeste ab und steigt dann in der Richtung des *Manubrium Mallei* und meist etwa hinter ihm herab, lässt sich jedoch noch unter demselben in feine Reiserchen verfolgen (*v. Tröltsch*). Blasse Nervenfasern will *Gerlach* im Schleimhautüberzuge des Trommelfells gesehen haben.

Für detaillirtere Angaben über das Trommelfell verweise ich auf die Arbeiten *v. Tröltsch's* und von *Gerlach*.

§. 237.

Der Vorhof und die knöchernen halbkreisförmigen Canäle werden an ihrer innern Fläche von einem äusserst dünnen Periost überzogen, das aus einem starren feinfaserigen Bindegewebe ohne elastische Fasern aber mit zahlreichen Kernen besteht, das in manchen an die Faserformen der innern Wand des *Schlemm*'schen Canales des Auges erinnert. Auf der Oberfläche dieses Periostes sitzt ein einschichtiges Pflasterepithel von zarten polygonalen kernhaltigen Zellen von 0,007—0,009''', das, so wie die allerdings nicht sehr zahlreichen Gefässe desselben, in Beziehung steht zu der das knöcherne Labyrinth erfüllenden *Perilympha s. Aqua Cotunni.* — Durch den Zusammentritt des Labyrinthperiostes und der Auskleidung der Paukenhöhle entsteht die *Membrana tympani secundaria*, die, wie das wahre Trommelfell, aus einer mittlern Faserlage mit Gefässen und einzelnen Nervenfädchen und zwei Epithelialschichten zusammengesetzt ist.

Die im Innern des Vorhofes und der knöchernen halbkreisförmigen Canäle enthaltenen häutigen zwei Säckchen und Canäle zeigen alle wesentlich denselben Bau. Die im Verhältniss zur Kleinheit der Theile ziemlich

dicken (von 0,012—0,015‴ bei den Tubuli, 0,016‴ bei den Sacculi) und festen, durchsichtigen und elastischen Wandungen derselben zeigen zu äusserst eine aus netzförmigen feinen Fasern gebildete Haut, welche der äussern Pigmentlage der *Chorioidea* oder der *Lamina fusca* sehr nahe kommt, und auch stellenweise unregelmässige bräunliche Pigmentzellen enthält wie diese. Dann folgt eine durchsichtige, glasartige, besonders nach innen scharf begrenzte Membran von 0,004—0,008‴ Dicke, welche stellenweise deutlich eine zarte Längsstreifung zeigt, und immer bei Essigsäurezusatz eine Menge länglicher Kerne hervortreten lässt, und daher nicht wohl mit den *Membranae propriae*, der Linsenkapsel etc. in eine Linie gestellt werden kann, obschon sie auch in den chemischen Reactionen denselben sich nähert. Die innerste Lage endlich ist ein einfaches, leicht in seine Elemente zerfallendes Pflasterepithel von 0,003‴ Dicke, mit bald grösseren, bald kleineren (von 0,004—0,008‴) polygonalen Zellen, welches alle die genannten Räume auskleidet und die sogenannte *Endolympha s. Aquula vitrea auditiva* umschliesst, in der von Barruel bei Fischen Schleim nachgewiesen worden ist.

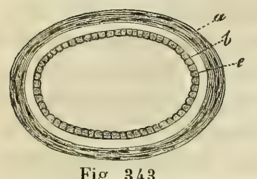


Fig. 343.

Die Gefässe des häutigen Labyrinthes sind ziemlich zahlreich und verbreiten sich mit kleinen Arterien und Venen und reichlichen Capillarnetzen an der Faserhaut und Glashaut dieser Theile, am reichlichsten in der Nähe der Nervenendigungen. Von solchen kennt man nur die des *Acusticus*, welcher mit dem *nervus vestibuli* die 3 häutigen Canäle und das elliptische Säckchen und mit einem Aste des Schneckennerven das runde Säckchen versorgt. In den Canälen breiten sich die Nerven nur an den Ampullen aus, und zwar treten sie, wie *Steifensand* gezeigt hat, bei jeder in eine Einbiegung oder Duplicatur der auf der concaven Seite des Canals gelegenen Wand, welche von innen als ein querer, etwa einen Dritttheil des Umfanges einnehmender Vorsprung erscheint. Die Nerven theilen sich innerhalb dieser Falten zuerst in zwei Hauptäste, die divergirend nach den beiden Rändern derselben treten, und dann jeder in der glasartigen Haut der Ampulle in ein reiches Büschel kleinerer, vielfach anastomosirender Aestchen sich auflösen, welche schliesslich als feine Zweigchen von zwei bis zehn, 0,001—0,0015‴ dicker Primitivfasern die Haut der Ampulle durchbohren und in einer noch nicht hinreichend genau festgestellten Weise in dem hier derberen Epithel enden (*Reich, M. Schultze*, ich). In den Säckchen ist die Nervenausbreitung eine ähnliche, nur nimmt dieselbe einen grössern Raum ein und ist der Vorsprung der Wand derselben viel weniger bemerkbar als in den Ampullen. An der Stelle der Nervenausbreitung findet sich in jedem der Säckchen ein von blossem Auge leicht sichtbarer kreideweisser und scharfbegrenzter Fleck, der durch eine ganz helle, aber 0,01‴ dicke, vielleicht epitheliale Membran an der Innenwand derselben festgehalten wird. Dies ist der sogenannte Gehörsand, *Otoconia Breschet*, oder

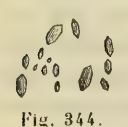

Fig. 344.

Fig. 343. Querschnitt eines halbkreisförmigen Canals, 250mal vergr. *a.* Faserhaut mit Kernen, *b.* homogene Membran, *c.* Epithel. Vom Kalbe.

Fig. 344. Otolithen des Kalbes. 350mal vergr.

die Gehörsteinchen, *Otolithi*, der von unzähligen, in einer homogenen Substanz suspendirten, runden, länglichen, oder deutlich die Form von doppelt zugespitzten, wahrscheinlich sechsseitigen Säulen besitzenden Körperchen von 0,00040—,005''' Länge und einer Breite von 0,001 — 0,002''' bei den grössern gebildet wird. Dieselben bestehen aus kohlensaurem Kalk und sollen etwas organische Materie als Residuum zurücklassen, was zu beobachten mir noch nicht gelang.

Die Endigung der Hörnerven in den Vorhofssäckchen und Ampullen, ist nachdem die seiner Zeit besonders von *Valentin* und *R. Wagner* so schön abgebildeten Endschlingen sich als in dieser Weise nicht vorkommend ergeben haben, in der neuern Zeit allmählich genauer erkannt worden, bis endlich die Untersuchungen von *Reich* und *M. Schultze* diesen Gegenstand der Erledigung so nahe gebracht haben, dass wir nun wenigstens über die wesentlichsten Verhältnisse im Klaren sind. Der erste Fortschritt geschah dadurch, dass von *Todd-Bowman* (Phys. Anat. IV, p. 84) mir (Handb. I. Aufl. p. 625, 626) und *Harless* (Handw. der Phys. IV, p. 394 flgde.) statt der bisher allgemein angenommenen Schlingen freie Endigungen der Vestibularnervenfasern beschrieben wurden, und *Gerlach* (Handb. 1. Aufl. p. 465) und *Leydig* (Rochen und Haie p. 32) sich wenigstens gegen die Existenz von Schlingen aussprachen. Bei *Todd-Bowman* und bestimmter bei *Leydig* findet sich (a. a. O. und Unters. d. Fische u. Rept.) auch schon an der Stelle der Nervenausbreitung in den Ampullen von Scymnen und des Störes das besondere Epithel (nach *L.* mit pigmentirten und länglichen Zellen) beschrieben, das durch die späteren Untersuchungen so wichtig geworden ist. Die erste Annäherung zur wirklichen Erkenntniss der wahren Endigung dieser Nerven geschah im Jahr 1853 durch *R. Wagner* und *Meissner* (Götting. Nachr. 1853 p. 60), welche im Gehörorgan von Fischen neben anscheinend frei endigenden feinen Fäserchen und Schlingen, die nicht bestimmt als terminal bezeichnet werden, ein System von feinen, ziemlich dunkelcontourirten vielfach verzweigten Fibrillen auffanden, die in einigen Fällen bis zu Ganglienzellen verfolgt wurden, die an deren Enden wie Birnen an ihren Stielen sassen, doch hatten diese Wahrnehmungen, wegen ihrer Unbestimmtheit, dem Mangel aller genaueren Angaben über Grössen- und Lageverhältnisse immer noch nicht den Einfluss, den sie möglicherweise hätten haben können und blieb in der allgemeinen Anschauung die Sache so räthselhaft wie vorher. Ebenso wenig trugen *Leydig's* neueste Mittheilungen (Hist. p. 269, 270) dazu bei, das Dunkel wirklich aufzuhellen. Zwar beschreibt dieser Autor das besondere Epithel der Nervenausbreitungen etwas genauer und erwähnt von den Ampullen der Vögel besondere kammartige Fortsätze derselben an der freien Fläche (deren Vorkommen in der Schnecke der Vögel ich ihm, beiläufig gesagt, schon vor mehreren Jahren mittheilte) und gewöhnliche Fortsätze der Epithelzellen aus den Ampullen des Aals, was dagegen die Nervenendigung betrifft, so lässt er die Fasern, blass geworden in einer kleinzelligen Masse sich verlieren und meint gesehen zu haben, dass dieselben eine der kleinen Zellen als Ganglienkugel aufnehmen, doch schienen sie auch noch darüber hinaus in eine feine Spitze auszulaufen. Die ersten genauen Angaben über die wirklichen Nervenenden hat *Reich*. Nach ihm erheben sich die feinen Nervenfasern von *Ammocoetus* und *Petromyzon* in den in das Labyrinth vorspringenden Falten, nachdem sie eine kleine spindelförmige Anschwellung erlitten, gegen die freie Oberfläche nach dem Epithel zu. In dieses eingetreten, zeigen sie gleich eine rundliche Anschwellung mit glänzendem Kern und *Nucleolus*. Aus dieser tritt nach oben eine etwas breitere Faser, welche zwischen den Cylinderzellen des Epithels verläuft und, an die freie Oberfläche hervorgetreten, in einiger Entfernung von derselben noch eine kammförmige Zelle von 0,006 mm mit einer feinen fadenförmigen Verlängerung als letztes Ende trägt. Somit ist hier zum ersten Male das Eintreten der Acusticusfasern in das Epithel des Labyrinthes und das letzte freie Ende derselben beschrieben, Angaben, welche dann *M. Schultze's* ausführliche Untersuchungen, wenigstens mit Bezug auf den ersten Punkt, vollkommen bestätigt und erweitert haben. Nach diesem Autor gelingt es bei Plagiostomen, an Chromsäure-

präparaten nicht gerade schwer das Eintreten der Acusticusfasern in das Epithel der Nervenleisten der Ampullen nachzuweisen. Die Fasern verlieren hierbei ihre dunklen Contouren und die Scheide, und werden zu Axencylindern, welche dann zierlich in feinere Aestchen zerfallen, und mit ganz feinen, selten varicösen Fäserchen ausgehen, deren wirkliches Ende nicht gesehen würde. Dagegen fand *Sch.* im Epithel zweierlei Zellen, einmal Cylinder in zwei Formen, cylindrische gelbliche und conische und dann zahlreiche sogenannte Fadenzellen von derselben Beschaffenheit wie die Riechzellen der *Regio olfactoria*, d. h. spindelförmige blassere Zellen mit einem stäbchenförmigen Anhang an der äusseren Seite und einem feinen nicht varicösen Fädchen an der innern, Zellen, die frisch durch einen besondern blasskörnigen glänzenden Inhalt sich auszeichnen. Von oben gesehen bilden die Fadenzellen und die Epithelcylinder eine hübsche Mosaik, die an Retinabilder aus Gegenden erinnert, wo die Zapfen weiter auseinander stehen. *Sch.* vermuthet nun, dass die feinsten Nervenausläufer mit den genannten Fadenzellen in Verbindung stehen, doch war er nie im Stande, eine solche Verbindung direct zu beobachten. Ausserdem fand sich auch noch ein anderes Verhalten, das ihm nicht vollkommen klar wurde. Bei Fischen und Vögeln fand *Sch.* an den Nervengegenden der Ampullen und z. Th. auch den Säckchen besondere steife glänzende feine Härchen, bei Rochen von der enormen Länge von 0,04‴, die nicht selten brechen, in Wasser oft längere Zeit deutlich sich erhalten, dagegen in verdünnter Essigsäure und Natronlauge augenblicklich einschmelzen. Diese Gebilde können in Wasser und Chromsäure verschiedene Metamorphosen erleiden und namentlich auch in ähnliche spindelförmige Körper sich umwandeln, wie sie *Reich* als über das Epithelniveau hervorragende Nervenenden zeichnet. *Sch.* hält es für möglich, dass *R.* nichts als veränderte Härchen vor sich hatte, wenigstens konnte er bei frischen Petromyzonten nichts von den von diesem Autor beschriebenen Gebilden sehen, während an einem Chromsäurepräparate wenigstens Andeutungen derselben vorhanden waren. Ueber die Bedeutung der Härchen selbst blieb *Sch.* im Unklaren. Nie sah er sie an den Fadenzellen ansitzen und will er sich einstweilen über ihre näheren Beziehungen zu den verschiedenen Bestandtheilen des Epithels nicht aussprechen.

Was mich betrifft, so kann ich die wesentlichsten Angaben von *M. Schultze* für die von ihm nicht untersuchten Säugethiere und auch z. Th. für die Fische bestätigen. Letztere anlangend, so stehen mir nach Untersuchungen, die ich im Jahre 1856 in Nizza angestellt, ihrer Unvollständigkeit halber jedoch bisher nicht veröffentlicht habe, einige Wahrnehmungen über *Spinax acanthias* zu Gebot. Hier bilden die dunkelrandigen Nerven in dem bekannten Wulst der Ampullen einen reichen Plexus und dann treten die einzelnen Primitivfasern verfeinert und blass durch Oeffnungen oder kurze Canälchen der structurlosen dicken Wand der Ampulle, die auch in dieser Gegend nicht fehlt, hindurch, um in dem hier gelben und dickeren Epithel sich zu verlieren. Was schliesslich aus ihnen wird, wurde mir nicht klar und gelang es mir auch nicht, die Zusammensetzung des Epithels vollkommen zu ermitteln. Immerhin sah ich so viel, dass dasselbe ausser kleineren mehr pflasterförmigen Zellen, die eine oberflächliche Lage zu bilden schienen, eigenthümliche spindelförmige Körper enthielt. Jeder derselben besass eine mittlere dunklere, leichtglänzende, vielleicht kernhaltige Anschwellung. Von den zwei Fortsätzen war der innere schmal und fadenförmig, jedoch ohne Varicositäten, während der äussere dicker und am Ende leicht angeschwollen erschien und ausserdem auch dadurch sich auszeichnete, dass seine Verbindungsstelle mit dem Mittelkörper gelb gefärbt war, von welcher Färbung diejenige der gesammten Epithelschicht abhing. Diese Spindeln scheinen den Spindelzellen *Schultze*'s bei den Rochen und gemeinen Haien analog zu sein, wobei jedoch das zu bemerken ist, dass nach *Sch.* die gelbe Farbe des Epithels bei den Rochen nicht in Spindelzellen, sondern in den gewöhnlichen cylindrischen Epithelgebilden ihren Sitz hat. — Was auch weitere Untersuchungen über die Bedeutung dieser Spindelzellen von Spinax ergeben mögen, so kann ich auf jeden Fall die wichtige Thatsache des Eintretens der Nerven in die Epithelialschicht bestätigen und will ich nur noch beifügen, dass ich, wie viele andere, bei *M. Schultze* gut erhaltene Präparate von Raja gesehen habe, die über das Vorkommen von Verhältnissen, wie sie seine Fig. 8 wiedergibt, nicht den geringsten Zweifel lassen.

Die Säugethiere anlangend, über die wir ausser *M. Schultze's* kurzer Angabe (l. c. p. 371), dass er im *Vestibulum* von Hund und Katze bei Untersuchung mit *Hum. aqueus* die dunkleren mit undurchsichtigerem Epithel bekleideten Nervenendstellen auch von Härchen überragt finde, keine neuern Angaben besitzen, so bin ich beim Ochsen an Chromsäurepräparaten wenigstens über Ein Verhältniss in's Reine gekommen, insofern auch hier das Eindringen der Nervenenden in's Epithel zu demonstriren ist (Fig. 345 1, *b, d*), dagegen kann ich nicht sagen, dass mir ihre wahre Endigung oder die Zusammensetzung des Epithels ganz klar geworden ist. Letzteres ist in der Gegend der Nervenenden zwei bis dreimal dicker als an andern Orten und zeigt nach Behandlung mit Chromsäure die in Fig 345, 2 verzeichneten Formen, von denen auf den ersten Blick nur die Zellen *d* den *Schultze*'schen Spindelzellen zu entsprechen scheinen. Es war mir jedoch auffallend, dass auch die grösseren, eher gewöhnlichen Epithelzellen entsprechenden Gebilde mit zwei Fortsätzen vorkamen, sowie dass an Elementen, die ebenfalls zu ihnen zu gehören schienen, der innere Fortsatz auch varicös erschien und drängte sich der Gedanke auf, ob nicht vielleicht auch von den grösseren zelligen Gebilden gewisse mit den Nerven in Verbindung stehen, um so mehr, als die genuinen Pflasterzellen der Ampullen und Säckchen beim Uebergang auf die Stelle der Nervenausbreitung eher kleiner als grösser zu werden schienen. Mag nun dem sein, wie ihm wolle, so ist sicher, dass auch beim Ochsen das Epithel der Nervenregionen des *Vestibulum* zweierlei Elemente enthält, sowie dass die Nerven in dasselbe eindringen und wird es hierdurch fast gewiss, dass diese Organe bei allen Thieren wesentlich denselben Bau zeigen. Ja selbst haarartige Gebilde scheinen hier vorzukommen, wie schon *Schultze* sah. In manchen Fällen sieht man freilich gar nichts von solchen (Fig. 345), doch habe ich auch Präparate gehabt, in denen wenigstens Andeutungen derselben sich fanden, und in einem Falle sah ich in den Ampullen und Säckchen das Epithel der Nervenregion wie mit steifen dickeren kegelförmigen Borsten (wahrscheinlich Büschel von Härchen) regelmässig besetzt.

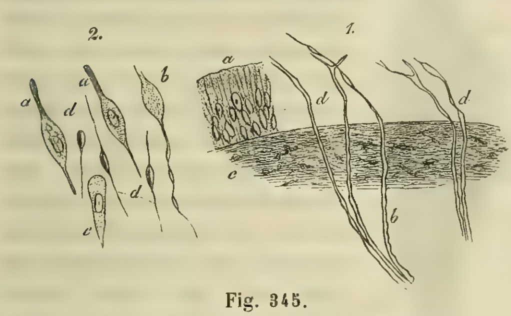


Fig. 345.

§. 238.

Schnecke. Der vom Labyrinthwasser erfüllte Schneckencanal enthält ausser den zwei bekannten Treppen gewissermassen innerhalb der *Lamina spiralis* noch einen mittleren engeren Raum, den ich die *Scala media* nennen will, welcher zwischen der *Lamina spiralis membranacea* oder der *Membrana basilaris (Claudius)* und einer besondern, von *Corti* zuerst gesehenen aber nicht ganz richtig erkannten zweiten Lamelle, die die *M. Cortii* heissen soll, sich befindet, jedoch in seinem Anfange gegen den Vorhof zu und in seinem Ende in der Kuppel des Organes noch nicht hinreichend untersucht ist. Die *Scala vestibuli* und *tympani* sind abgesehen von den Theilen die an die Wände der *Scala media* grenzen, von einem hie und da leicht pigmentir-

Fig. 345 Aus dem *Vestibulum* des Ochsen nach Chromsäurepräparaten, 350mal vergr. 1. Durchschnitt durch einen Theil der Nervenwarze des *Sacculus hemiellipticus*. *a*. Epithel, *b*. Nervenstämmchen in der bindegewebigen Membran *c*. des Säckchen, *d*. blasse Nervenenden im Epithel (Axencylinder) etwas mehr als natürlich hervorgetreten. 2. Zellen des Epithels der Nervengegend. *a*. Grössere Zellen mit zwei Fortsätzen, *b*. eine solche mit einem varicösen Fortsatze, *c*. eine dickere ohne Fortsatz, *d*. kleine Spindelzellen.

ten Perioste ausgekleidet, das ganz dem des Vorhofes gleichgebaut ist und auch die *Lamina spiralis ossea* theilweise überzieht. Ein Epithel von 0,005‴ Dicke mit zarten, platten, polygonalen, 0,007–0,009‴ grossen, bei Thieren häufig leicht gefärbten Zellen bedeckt diese Beinhaut und setzt sich auch auf die an diese Treppen grenzenden Theile der *Membrana basilaris* und *Cortii* fort. Der wichtigste Theil der Schnecke ist die *Lamina spiralis*, im weitern Sinne mit Inbegriff der *Corti*'schen Membran und der *Scala media*, welche in ihrer *Zona ossea* engmaschige anastomosirende Canäle zur Aufnahme der Schneckennerven enthält, die gegen den freien Rand derselben zu einer spaltenförmigen Lücke zusammenfliessen, so dass hier die knöcherne Spiralplatte wirklich aus zwei Tafeln besteht. Die häutige Zone von der constanten Breite von 0,2‴ zerfällt wieder in die zwei schon genannten Membranen mit dem zwischen denselben gelegenen mittleren Raum, der *Scala media*, von enen jede eine besondere Betrachtung verdient.

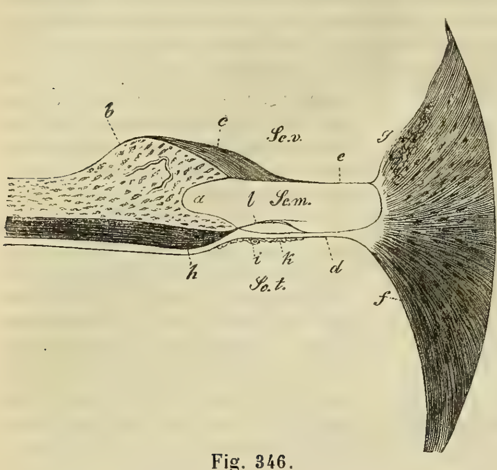


Fig. 346.

Die *Lamina spiralis membranacea* im engern Sinne oder die *Membr. basilaris* kann am besten mit *Corti* in zwei Theile gesondert werden, eine *Zona denticulata* und eine *Zona pectinata*, von denen die erstere ungefähr die zwei innern, die letztere das äussere Dritttheil der Breite der häutigen Spirallamelle einnimmt und beide durch eine grosse Complication des Baues sich auszeichnen, welche erst in den neuesten Zeiten von *Corti* (l. c.) in einer ausgezeichneten Arbeit genau beschrieben worden ist, zu welcher dann in den neuesten Zeiten durch mich, *Claudius*, *Reissner*, *Böttcher* und *M. Schultze* ergänzende Bemerkungen hinzugefügt worden sind. Zum Verständniss dieser schwierigen Verhältnisse mögen die Figg. 346, 347, 348 und 349 dienen, von denen die zwei nach *Corti* wiedergegebenen zwar in manchen Beziehungen unrichtig, aber zur richtigen Auffassung der von ihm ausgegangenen *Nomenclatur* unumgänglich nöthig sind.

1. Die *Zona denticulata* (Fig. 347, 348 *d–v*) kann wiederum in zwei Theile geschieden werden, einen innern, die *Habenula interna s. sulcata* (*d–g*) und einen äussern, die *Habenula externa s. denticulata* (*h–t*).

Fig. 346. Durchschnitt durch die Spirallamalle der ersten Schneckenwindung des Ochsen, 100mal vergr. *Sc. t. Scala tympani. Sc. v. Scala vestibuli. Sc. m. Scala media. a. Sulcus spiralis*, *b.* Zähne der ersten Reihe, *c. Corti*'sche Membran, dicker Theil, *d. Membrana basilaris*, *e. Corti*'sche Membran, dünner Theil, *f. Ligamentum spirale*, *g. Stria vascularis*, *h.* Nervenausbreitung in der *Zona ossea*, *i. Vas spirale internum*, *k.* Lager von Bindegewebskörperchen mit varicösen Ausläufern, *l. Corti*'sches Organ nur angedeutet. Das Epithel ist nirgends gezeichnet.

Die erstere entwickelt sich bei *d* als unmittelbare Fortsetzung des Periosts der *Lamina spiralis ossea*, und zwar nur von dem der *Scala vestibuli* zugewendeten Theile derselben, und nimmt vom Anfang bis zum Ende des Schneckencanales an Breite und Dicke ab. Ihre untere Fläche liegt in der ersten und zweiten Windung der Schnecke an der Stelle des Periosts dem äussersten Theile der knöchernen Zone auf, ist dagegen in der letzten halben Windung nur von der Nervenausbreitung begrenzt, so dass diese *Habenula sulcata* im strengen Sinne des Wortes eigentlich hier nur einen Theil der gewöhnlich sogenannten häutigen Spirallamelle bildet. An der obern Fläche dieser, wie ich finde, aus einem derben, mehr homogenen Bindegewebe mit sternförmigen Saftzellen und einzelnen Capillaren bestehenden Lage findet sich am äussern Rande eine ununterbrochene Reihe von am Ende etwas verbreiterten, hellen, eigenthümlich glänzenden länglichen Vorsprüngen *(g)*, die sogenannten Zähne der ersten Reihe, die nach Corti in der ersten

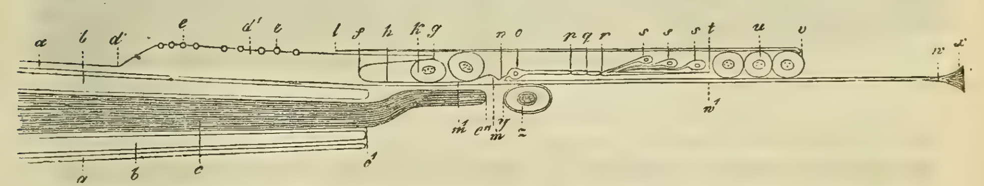


Fig. 347.

Schneckenwindung 0,02''' Länge, 0,004—0,005''' Breite und 0,003''' Dicke am Anfang besitzen, in der letzten Windung dagegen nur noch 0,015''' Länge und 0,003''' Breite zeigen. Dieselben springen mit ihrer einen Seite frei in die *Scala vestibuli* vor und überwölben mit ihren Spitzen, an welche die *Corti*'sche Membran sich ansetzt, den Anfang der *Habenula externa*, so dass mithin zwischen beiden eine nach aussen in die *Scala media* sich öffnende ziemlich tiefe Furche, *Semicanalis spiralis (Huschke)*, von 0,04 Höhe beim Ochsen offen bleibt. (Fig. 346) Nach der Axe der Schnecke zu setzen sich die genannten Zähne unmittelbar in ähnlich beschaffene längliche Wülste oder Rippen (Fig. 348, *αα*) fort, die hie und da zu zweien zusammenfliessen oder in zwei sich trennen, und noch weiter nach innen in immer kürzere und kleinere, anfangs längliche und dann runde Stücke zerfallen. In den zwischen diesen Rippen und Höckern und den Zähnen vorhandenen Längs- und Querfurchen befinden sich meist in einfacher Reihe rundliche oder längliche, dunkle,

Fig. 347. Senkrechter Schnitt der *Lam. spiralis*, 6''' von ihrem Anfang entfernt, etwa 225mal vergr. (Katze oder Hund). Die Epitheliallage, welche die obere und untere Fläche derselben überzieht, ist weggelassen. *a.* Periost der *Zona spiralis ossea*; *b.* die zwei Blätter der *Lamina spir. ossea* nahe am freien Rande; *c, c'c''* Ende des Hörnerven, *d-w Lam. spir. membranacea; d-w' Zona denticulata; d-d'-f Habenula sulcata; d.* Stelle, wo das Periost sich verdickt, *e.* Körner in den Furchen der *Habenula sulcata*; *f-g* Zähne der ersten Reihe; *g-f-h Sulcus s. semicanalis spiralis; h.* untere Wand desselben; *k.* Epithelialzellen am Eingange des Halbcanales; *h-w' Habenula denticulata*; *h-m* scheinbare Zähne; *n-t* Zähne der zweiten Reihe; *n-p* hinteres Glied derselben; *o.* Anschwellung mit Kern daran; *p-q* und *q-r* Gelenkstücke; *r-t* Vorderes Glied der zweiten Reihe; *sss* drei Cylinderzellen, die darauf sitzen; *l-v* Membran, welche die *Habenula denticulata* bedeckt, *u.* eine der Epithelzellen darunter; *w'-w Zona pectinata*; *x.* Periost, das die *Lam. spir.* befestigt *(Musc. cochlearis, Todd-Bowman)*; *y. Vas spir. internum*; *z.* seine innere Haut. Nach Corti.

glänzende Körperchen *(e)* von 0,0015 — 0,002 — 0,002 — 0,002‴ Grösse, die bei Essigsäurezusatz als Kerne sich ergeben, durch welches Reagens auch hie und da kernhaltige kleine Zellen in den erblassenden und etwas aufquellenden Zähnen und Rippen deutlich werden, welche Theile ebenfalls so wie die gleich zu beschreibenden als zur Gruppe des Bindegewebes gehörig anzusehen sind.

Die *Habenula externa s. denticulata (h–t)* entspringt unter der Basis der Zähne erster Reihe unmittelbar aus der eben beschriebenen *Habenula sulcata,* und bildet anfangs den Boden der erwähnten Spiralfurche. Ihre Dicke beträgt an den meisten Stellen nur 0,001‴, welcher Durchmesser auch

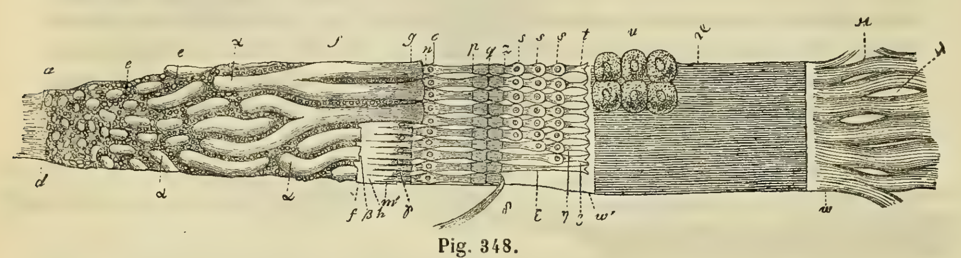


Fig. 348.

der übrigen häutigen Spirallamelle, nämlich der *Zona pectinata* eigen ist, und ihre Breite nimmt in demselben Verhältnisse gegen die Kuppel der Schnecke hin zu, als die der *Habenula sulcata* sich verschmälert, so dass sie anfangs nur 0,05‴, zuletzt 0,1‴ misst. Bezüglich auf den Bau, so bietet dieselbe auf der Seite der Vorhofstreppe wieder eine besondere Zahl von Erhebungen dar, während sie gegen die Paukentreppe zu vollkommen glatt und eben ist. Jene sind von innen nach aussen verfolgt folgende: Zuerst kommen die sogenannten scheinbaren Zähne *(Dents apparents Corti)*, als eine dichte Reihe länglicher Vorsprünge von 0,01‴ Länge, 0,002‴ Breite, die durch seichte Furchen von einander getrennt am äussern Ende leicht sich erheben und dann plötzlich wieder abfallen. Aussen auf diese Gebilde, die zusammen meine *Habenula perforata* bilden, in der ersten Schneckenwindung unter den Zähnen der ersten Reihe noch auf der *Zona ossea* liegen, in der zweiten und dritten Windung dagegen weiter nach aussen als dieselben sich befinden und mit der untern Fläche nur an die Nerven angrenzen, und in der ganzen Schnecke, nicht, wie *Corti* annimmt, nur in der ersten halben Windung zwischen ihren äussern Enden spalten- oder canalförmige Lücken besitzen, folgen nun in gleicher Zahl die Zähne der zweiten Reihe [*Corti*] *(n–t)*, sehr sonderbare, von *Corti* entdeckte Gebilde, welche von diesem Autor als directe Auswüchse der häutigen Spirallamelle beschrieben worden sind, von

Fig. 348. Vorhoffläche der *Lamina spiralis membranacea*, 225mal vergr. Die Buchstaben bedeuten zum Theil dasselbe wie Fig. 347. *αα*. Cylindrische Erhebungen der *Habenula sulcata*, *β*. Stelle, wo ein Zahn der ersten Reihe seinen Anfang nahm, *γ*. Löcher zwischen den scheinbaren Zähnen, *δ*. zurückgeschlagenes vorderes Stück eines Zahnes der zweiten Reihe, *ε*. ein solcher *in situ* ohne seine Epithelialzellen, *ζ*. ein solcher nur mit der untersten Epithelzelle, *η*. ein eben solcher mit den zwei untersten Zellen, *ϑ*. Streifen oder leichte Hervorragungen der *Zona pectinata*, *κ*. Periost, das die *Lamina spiralis* befestigt, mit Lücken *λ*. zwischen den Bündeln. Nach *Corti*.

denen ich jedoch annehmen zu dürfen glaubte, dass sie die wirklichen Enden der Schnekennerven sind, worauf ich dieselben in ihrer Gesammtheit als *Corti*'sches Organ, in ihren einzelnen Elementen als *Corti*'sche Fasern bezeichnete. Nach meinen neuern Untersuchungen, zusammengenommen mit denen von *Corti*, *Claudius*, *Böttcher* und *M. Schultze*, ist das *Corti*'sche Organ, in soweit als sich Bestimmtes über dasselbe aussagen lässt, folgendermassen beschaffen: In der Gegend der Löcher der *Habenula perforata (mihi)* beginnen eigenthümliche stabartige Gebilde, die *Corti*'schen Fasern, welche in der ganzen Länge der *Lamina basilaris*, eines neben dem andern gelegen und mit ihren äussern Enden an dieselbe befestigt, in ihrer Gesammtheit eine Art Membran bilden, die da sie in der Mitte gegen die *Corti*'sche Membran zu convex ist, am besten mit einem breiten aber kurzen Stege verglichen werden kann. Genauer bezeichnet besteht dieser eigenthümliche Apparat aus zweierlei Arten von Stücken, die die innern und äussern *Corti*'schen Fasern heissen sollen, welche, obschon in Manchem sehr mit einander übereinstimmend, doch in gewissen Beziehungen, und so namentlich in der Zahl, von einander abweichen, indem die innern Fasern zahlreicher sind als die äussern, wie *Claudius* zuerst gezeigt hat, so dass beiläufig auf drei innere nur zwei äussere Fasern kommen. Die innern Fasern beginnen alle ganz regelmässig in einer Linie in der Gegend der Löcher der *Habenula perforata* mit einer Breite von circa 0,0015—0,002''', zeigen dann gleich an ihrer untern der *Membrana basilaris* zugewendeten Seite eine kernhaltige Anschwellung, welche nach *Schultze* nur von einer anliegenden Zelle herrühren soll, und verlaufen schliesslich sanft ansteigend eine parallel neben der andern, jedoch durch spaltenförmige Zwischenräume von einander getrennt, nach aussen um schliesslich mit verbreiterten (von 0,0024''') dicht beisammenliegenden, höher als die übrigen Theile dieser Fasern gelegenen Enden auszugehen, welche, wie ich gegen *Corti* zeigte, von diesem Autor fälschlich als besondere Stücke *(Coins articulaires internes)* bezeichnet wurden. Hierauf folgen durch leichte ringförmige Einschnürungen getrennt und mit ähnlichen Verbreiterungen *(Coins articulaires externes Corti)* von 0,0035''' beginnend, die minder zahlreichen und breiteren äussern *Corti*'schen Fasern. Diese wenden sich umgekehrt wieder abwärts gegen die *Membrana basilaris* zu, verschmälern sich in der Mitte und setzen sich zuletzt mit einem wieder verbreiteten dreieckigen Ende, an dessen unterer Seite ich ebenfalls häufig eine kernhaltige Anschwellung finde, an die *Membrana basilaris* an, so jedoch, dass sie immer leicht von derselben sich trennen und nichts weniger als innig mit ihr verschmelzen. Die ganze Länge der äussern und innern *Corti*'schen Fasern, von denen die erstern meist etwas länger sind, beträgt 0,037—0,050''', und was ihre sonstige Beschaffenheit anlangt, so haben dieselben in chemischer Beziehung nicht die geringste Aehnlichkeit mit der *Lam. spiralis membranacea*, mit der sie von *Corti* und einigen Neuern zusammengestellt worden sind, und sind gerade umgekehrt zarte und leicht zerstörbare Gebilde, indem sie in verdünntem caustischem Natron und Kali augenblicklich sich auflösen und ebenso auch in mässig verdünnter Salzsäure vergehen. Essigsäure mässig stark angewandt, macht dieselben beim

Ochsen sogleich aufquellen und im Innern krümlig, dann rasch vergehen, ebenso bei der Katze, bei der sie jedoch langsamer einwirkt. Alkohol, Aether, Chromsäure, concentrirte Salze und Zuckerlösungen machen die *Corti*'schen Fasern schrumpfen, Wasser nach und nach etwas aufquellen, doch haben diese Substanzen allerdings keinen so schädlichen Einfluss, wie etwa auf die Stäbchen der *Retina*, und können die Fasern in ihnen lange sich halten, was übrigens an geeigneten Chromsäurepräparaten selbst bei den so zarten Retinastäbchen zu beobachten ist und keinen Beweis grosser Resistenz abgibt, wie mehrere Neuere angenommen haben. Für die Deutung der *Corti*'schen Fasern ist es vielleicht auch nicht ohne Bedeutung, dass dieselben unter Umständen auch Varicositäten zeigen (S. m. Mikr. Anat. II, 2, Fig. 435, 3), so dass eine zarte Hülle und ein dunklerer Inhalt an ihnen zu unterscheiden ist, eine Thatsache, die ich auch nach meinen neuern Erfahrungen, den negativen Ergebnissen der Beobachtungen von *Schultze* und *Böttcher*, aufrecht halten muss. Ausser diesen *Corti*'schen Fasern zeigt das *Corti*'sche Organ noch andere merkwürdige Gebilde, nämlich die gestielten Zellen *Corti's* und einen besonderen von mir aufgefundenen Apparat (S. Mikr. Anat. II, 2, p. 756), den ich die *Lamina reticularis cochleae* nennen will. Diese letztere, die auffallender Weise von keinem der Neuern, ausser von *Schultze* gesehen worden ist, obschon sie fast aus jeder Schnecke, wenn auch oft nur in Bruchstücken zur Anschauung kommt, ist, wenn es sich darum handelt ihre Verhältnisse genau zu ermitteln, einer der schwierigsten Theile des Organes. Da hier nicht der Ort ist, um dieselbe einlässlicher zu beschreiben, so verweise ich auf die nach einem möglichst guten Objecte gefertigte Zeichnung (Fig. 349) und nenne ich nur kurz die sie zusammensetzenden Theile. Dieselben sind 1) eine kürzere helle Platte (*e*) mit zart begrenzten Abtheilungen, deren Zahl derjenigen der innern *Corti*'schen Fasern entspricht.

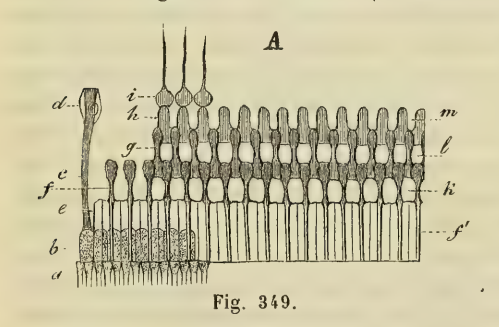


Fig. 349.

Diese Platte sitzt an der Grenzstelle der innern und äussern *Corti*'schen Fasern, hängt, wie es scheint, mit den erstern innig zusammen und ist auch mit dem gleich zu erwähnenden Gebilde verbunden oder wenigstens demselben dicht anliegend; 2) eine netzförmige Lamelle im engern Sinne bestehend: a) aus längeren geraden, leicht angeschwollen endenden Stäben (*f*), deren Zahl doppelt so gross ist als die der Abtheilungen der hellen Platte

Fig. 349. *Lamina reticularis cochleae mihi*, 350 mal vergr. v. Ochsen. *a.* Aeusseres Ende der innern *Corti*'schen Fasern *(Coins articulaires internes Corti)*; *b.* Anfang der äussern *Corti*'schen Fasern *(Coins articulaires externes Corti)* durch die *Lam. reticularis* durchscheinend; *c.* eine äussere *Corti*'sche Faser; *d.* Ende derselben mit der kernhaltigen Anschwellung; *e.* helle Platte der *Lam. reticularis*; *f.* gerade Stäbe; *g.* innere Zwischenglieder; *h.* äussere Zwischenglieder; *i.* Endglieder; *k.* Löcher der ersten, *l.* der zweiten, *m.* der dritten Reihe. Die grosse Zartheit und Zierlichkeit dieser Bildungen ist nur z. Th. in der Zeichnung wiedergegeben.

und die ebenfalls von der Verbindungsstelle der beiderlei *Corti*'schen Fasern ausgehen, so dass sie über den äussern Fasern liegen; b) aus kleineren zwischen den vorderen Enden derselben gelegenen Stücken, von der Form einer Sanduhr (*g*), die ich innere Zwischenglieder nennen will; c) aus mehr kegelförmig gestalteten äusseren Zwischengliedern zwischen den Enden der innern (*h*); d) aus einer Reihe von Endgliedern (*i*), die in manchen Präparaten so erschienen, wie in Fig. 349, in andern als rechteckige, dicht aneinanderliegende Stücke sich zeigten. In beiden Fällen sassen an diesen Stücken fadenförmige oder haarförmige Anhänge von zweifelhafter Bedeutung. Zwischen allen diesen Stücken, die manchmal wie alle untereinander zusammenzuhängen und eine einzige Platte zu bilden scheinen, andere Male aber auch von einander gelöst vorkommen, befinden sich drei Reihen von Löchern in regelmässiger Stellung (*c*, *f*, *t*), die ich innere, mittlere und äussere Löcher der *Lam. reticularis* nenne. Ueber die Grösse dieser durchlöcherten Platte wird das am besten Aufschluss geben, dass die analogen Enden der äussern *Corti*'schen Fasern in einer Linie mit der dritten Löcherreihe liegen, und was die sonstige Natur der ganzen *Lamina reticularis in toto* anlangt, so kann ich nur sagen, dass sie ganz die Beschaffenheit der *Corti*'schen Fasern zu haben scheint, nur dass ich an ihren einzelnen Theilen nichts von Kernen oder Varicositäten bemerkte, wogegen Verbiegungen verschiedener Art oft zur Anschauung kommen, wie sie auch an den offenbar weichen *Corti*'schen Fasern nicht selten sind.

Die gestielten Zellen *Cortis*' sind die zartesten und vergänglichsten Gebilde des *Corti*'schen Organs, was auch erklärt, das keiner der neuern, ausser *M. Schultze*, dieselben gehörig erkannt hat. Dieselben sitzen in drei Reihen, wie mir schien alternirend, je über den Löchern der *Membrana reticularis*, sind birnförmig, mehr weniger gestreckt, feinkörnig und mit deutlichem Kern und gehen nach innen jede in einen feinen fadenförmigen Fortsatz aus. Ich glaubte früher, dass diese Fortsätze mit den *Corti*'schen Fasern oder vielmehr der netzförmigen Lamelle sich verbinden, habe mich nun aber überzeugt, dass dieselben, durch die Löcher der *Lam. reticularis* hindurch nach unten tretend, zu kleinen spindelförmigen Zellen führen, die unter dem *Corti*'schen Organ, zwischen ihm und der *Membrana basilaris* liegen, Zellen, die wahrscheinlich mit den Acusticusenden zusammenhängen, worüber unten mehr.

2. Die *Zona pectinata Todd-Bowman* (*w'*–*w*) ist der äussere oben und unten glatte Theil der häutigen Spirallamelle, der nach aussen an einem Vorsprunge der äussern Wand des Schneckencanales sich befestigt. Dieselbe ist eine vollkommen homogene Lamelle, welche jedoch mit Ausnahme der Ränder in der Querrichtung des Schneckencanales dicht gerippt erscheint und so ein faseriges Ansehen gewinnt. Nach aussen nimmt dieselbe, indem sie in einem schmalen Saum durchlöchert erscheint, eine eigenthümliche, von der Schneckenwand, da wo dieselbe eine kleine Knochenleiste, *Lamina spiralis accessoria Huschke*, besitzt, kommende Fasermasse (Fig. 346 *l*) auf, welche *Todd-Bowman* als *Musculus cochlearis* beschrieben, in der ich jedoch nichts als

eine Form kernführenden Bindegewebes sehen kann, wesshalb ich dieselbe als *Lig. spirale* bezeichnen will.

Die *Corti*'sche Membran, welche mit der *Membrana basilaris* zusammen die *Scala media* begrenzt, ist äusserst schwer in ihrer natürlichen Lage zu sehen, und kann ich nicht behaupten, dass die Fig. 346, welche nach dem besten von mir erhaltenen Durchschnitte angefertigt ist, dieselbe in allen Theilen richtig wiedergibt. Nach meinen bisherigen Ermittelungen besteht dieselbe aus einer besondern streifigen Lamelle, einem Epithel und einer zarten gewöhnlichen Bindegewebslage. Epithel und Bindegewebe schienen mir als Fortsetzung der Auskleidung der *Scala vestibuli* vom *Lig. spirale* aus auf die Zähne der ersten Reihe und die *Zona ossea* überzugehen und darunter erst, d. h. gegen die *Scala media* zu, die streifige Lamelle zu liegen, welche nichts anderes als die schon von *Corti* gesehene Haut ist. Trotzdem, dass dieselbe an jedem Präparate mit der grössten Leichtigkeit sich isolirt, hat noch kein Beobachter ihre Verhältnisse richtig aufgefasst und gebe ich daher in Fig. 350 einen Querschnitt derselben aus der ersten Schneckenwindung des Ochsen, der zeigt, dass dieselbe ungefähr in der Hälfte ihrer Breite (in einer Zone von 0,06''' Breite) sehr dick ist (bis zu 0,02'''), während der andere Theil ganz dünn ausläuft. In mehreren schönen Schnitten lag der dickere Theil so auf den Zähnen der ersten Reihe, wie es die Fig. 346 zeigt, und schien das dünne Ende gegen die Axe der Schnecke gerichtet zu sein, doch kann ich nicht verbürgen, dass dies die wirkliche Lage dieser Lamelle ist, indem sie, wie gesagt, äusserst schwer in *Situ* zu erhalten ist. Sollte meine Figur in dieser Beziehung mangelhaft sein, so würde ich glauben, dass der dickere Theil der streifigen Lamelle weiter nach aussen an's *Lig. spirale* hingehört, worüber fernere Untersuchungen entscheiden werden. — Die gestreifte Lamelle scheint mir Bindegewebe zu sein. Der dünnere Theil ist deutlich in der Quere faserig und der dickere Theil parallel der Längsaxe der Schnecke. An diesem Theile zeigt auch die eine Fläche nicht selten zarte rippenartige Hervorragungen, und das abgerundete Ende oft wie einen Canal, in dem ich einige Male ein Blutgefäss zu erkennen glaubte. Auffallend war mir auch an diesem Rande der Membran nie ein sicheres Anzeichen einer Verbindung mit anderen Theilen zu finden, während der entgegengesetzte dünne Rand immer wie abgerissen erschien. — In der Bindegewebslage über der gestreiften Lamelle glaubte ich einige Male Blutgefässe zu sehen, doch ist hier eine Verwechselung mit abgelösten umgeschlagenen Periostfetzen der *Scala vestibuli*, die immer deutliche Blutgefässe enthalten, leicht möglich und kann ich in dieser Beziehung keinen bestimmten Ausspruch thun.

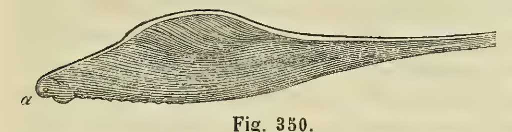


Fig. 350.

Die *Scala media* ist, was Lage und Form anlangt, aus Fig. 346 hinreichend deutlich, und will ich daher nur noch bemerken, dass dieselbe

Fig. 350. Die streifige Lamelle der *Corti*'schen Membran im scheinbaren Durchschnitt vom Ochsen, mit Linse 3 *Oc.* 1 von *Nachet*. *a*. dicker Theil der Membran.

sicherlich nicht von Zellen erfüllt ist, wie *Claudius* meint, sondern Flüssigkeit enthält und an einigen Stellen deutlich ein Epithel zeigt. Diese sind 1) der *Sulcus spiralis*, von der Spitze der Zähne der ersten Reihe bis zum Anfange des *Corti*'schen Organes, der ein, besonders in der Tiefe der Furche schönes einfaches Pflasterepithel hat; 2) die *Zona pectinata* von dem Ansatz der *Corti*'schen Fasern an. Es ist leicht möglich, dass ausser diesen Stellen auch noch andere von Epithel bekleidet sind und namentlich habe ich in einem Falle auch auf den innern *Corti*'schen Fasern ein solches gesehen, das als Fortsetzung desjenigen des *Sulcus spiralis* erschien, doch ist es wegen der Leichtigkeit, mit der diese Zellen sich ablösen, äusserst schwer zu ganz vollständigen Bildern zu gelangen.

Die Nerven der Schnecke dringen aus den Canälen des *Modiolus* in die Räume der knöchernen Zone hinein, und bilden hier mit dunkelrandigen Röhren von 0,0015‴ in der ganzen Ausdehnung derselben ein dichtes Geflecht, das nach *Corti's* Entdeckung an einer ganz bestimmten Stelle, unfern des Randes der Zone, eine anfangs 0,1‴ breite Anhäufung von bipolaren, ovalen, kleinen (von 0,011 — 0,016‴ Länge, 0,0066 — 0,0097‴ Breite) und blassen Ganglienzellen enthält, welche höchst wahrscheinlich alle Nervenfasern des Schneckennerven in ihrem Laufe unterbrechen. Die von diesen Zellen nach aussen abgehenden dunkelrandigen Nervenröhren legen sich nochmals in anastomosirende, dann einfach parallel nebeneinander fortlaufende platte Bündel zusammen, welche gegen den *Hamulus* immer lockerer werden, so dass auf diesem die Fasern in einfacher Schicht und selbst durch Zwischenräume getrennt wahrzunehmen sind. Das Ende dieser Nerven findet bei allen nebeneinander liegenden Bündeln und Röhren immer in einer Linie statt, ist jedoch in der ersten Windung etwas näher der äussern Schneckenwand zu finden als höher oben. Ausserdem liegen dort die Endigungen noch innerhalb der zwei Platten der knöchernen Zone, obschon gerade am Rande derselben,

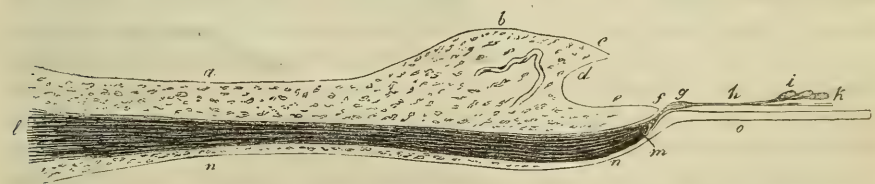


Fig. 351.

in der 2. Windung in einer Ausdehnung von 0,02—0,03‴ schon ausserhalb derselben an der untern Fläche des Anfanges der *Habenula denticulata*, in der

Fig. 351. Senkrechter Schnitt durch einen Theil der *Lamina spiralis* aus der zweiten Schneckenwindung des Ochsen nach Behandlung mit verdünnter Salzsäure. Das *Corti*'sche Organ ist nach andern Präparaten eingezeichnet. Vergr. 180. *a.* Periost und erweichte Knochenlage der Vestibularfläche der *Zona ossea*; *b. Habenula sulcata Corti* mit einer Capillarschlinge; *c.* Zähne der ersten Reihe; *d. Sulcus spiralis*; *e. Habenula perforata mihi*; *f.* Löcher, durch welche die Nerven von der *Scala tympani* in die *Scala vestibuli* treten; *g.* bipolare Zellen am Anfange einer *Corti*'schen Faser; *h.* hinteres, *k* vorderes Stück der *Corti*'schen Faser; *i.* gestielte Nervenzellen; *l.* Nerv innerhalb der *Zona ossea*; *m.* Ende seiner dunkelrandigen Fasern; *n.* untere oder tympanale Periostlamelle; *o. Lamina spiralis membranacea.*

3. halben Windung endlich als ein 0,08—0,09‴ breiter nervöser Saum auch an der untern Seite der *Habenula sulcata*. An beiden letztern Orten sind jedoch die Nerven nicht frei in der *Scala tympani* enthalten, sondern von dem Perioste der untern Fläche der *Zona ossea* bedeckt. Das eigentliche Ende der bis auf 0,001‴ verfeinerten Nervenröhren wurde von *Corti* und Andern so beschrieben, dass dieselben auf einmal erblassen, noch feiner werden und dann frei auslaufen. Ich habe jedoch in der neuesten Zeit gefunden, dass alle Nervenröhren verschmälert und blass durch die Löcher in der *Habenula perforata* in die *Scala vestibuli* treten und hier, wie oben angegeben, mit dem *Corti*'schen Organ sich verbinden, in einer Weise, die freilich immer noch nicht ganz klar ist. Ich glaubte früher, dass die Nervenfasern direct und einzig mit den innern *Corti*'schen Fasern zusammenhängen, bin jedoch nach meinen neuesten Untersuchungen in dieser Beziehung sehr schwankend geworden. Zwar habe ich auch jetzt bestimmt innere *Corti*'sche Fasern an Nervenröhren ansitzend gefunden, auf der andern Seite glaube ich mich aber auch überzeugt zu haben, dass Fasern des *Nervus cochleae*, nachdem sie durch die Löcher der *Habenula perforata* hindurchgetreten, als feine, blasse, varicöse Fäserchen unter den innern *Corti*'schen Zähnen in geradem Verlauf zu kleinen spindelförmigen und sternförmigen Zellen treten, von denen dann ähnliche Fädchen nach vorne abgehen. Es ist zu vermuthen, dass diese Fädchen mit den gestielten Zellen auf dem *Corti*'schen Organ sich verbinden, doch kann ich in dieser Beziehung für einmal noch nichts ganz Bestimmtes beibringen. Immerhin reichen diese Erfahrungen doch so weit, dass ich nicht mehr wage, die übrigen Theile der *Corti*'schen Organe bestimmt für nervös anzusprechen, wie früher so sehr ich auch dagegen mich aussprechen muss, dieselben einfach mit der *Membrana basilaris* in eine Linie zu stellen.

Die Gefässe der Schnecke sind obschon fein doch recht zahlreich und breiten sich einmal in dem Perioste der Wände des Schneckencanals und dann in der *Lamina spiralis* aus. Am erstern Orte bilden sie ausser den überall befindlichen Capillarnetzen noch einen besondern gefässreichen Streifen in der *Scala vestibuli* unmittelbar über dem *Lig. spirale*, die *Stria vascularis Corti*, der, obschon mit den Gefässen des Periostes zusammenhängend, doch über demselben liegt und wie in das hier zum Theil auch pigmentirte Epithel eingebettet ist. In der *Zona spiralis* findet sich einmal in dem knöchernen Theile und dann in der Nervenausbreitung selbst ein reichliches Capillarnetz, das mit einem an der untern oder Tympanalfläche der *Zona membranacea* in der ganzen Ausdehnung der Schnecke verlaufenden *Vas spirale* zusammenhängt. Dieses wahrscheinlich venöse Gefäss liegt immer unter der *Habenula denticulata* bald mehr einwärts, bald mehr nach aussen und ist in der letzten halben Windung der Schnecke ein Capillargefäss von nur 0,004‴, wird jedoch gegen die Basis zu allmählich bis 0,013‴ breit und deutlich aus zwei Häuten zusammengesetzt. In seltenen Fällen gibt es zwei capillare *Vasa spiralia* an der genannten Stelle und zweimal fand *Corti* beim Menschen und beim Schaf auch ein äusseres *Vas spirale* nahe an dem *Ligamentum spirale* an der *Zona pectinata*, das jedoch mit den innern Gefässen nicht communicirte, wie denn überhaupt die *Zona pectinata* als gefässlos sich erweist.

Noch ist am Schlusse des *Nervus acusticus* zu gedenken. Die Nervenröhren seines Stammes messen beim Menschen 0,002 — 0,005'', sind äusserst leicht zerstörbar und haben nur ein zartes Neurilem. Zwischen denselben finden sich im Stamme selbst und im Vorhofs- und Schneckennerven zahlreiche bipolare und auch apolare und unipolare blasse und pigmentirte Ganglienzellen, bei Säugern und beim Menschen von 0,02—0,07''', von denen die letztern beiden, wie *Stannius* wohl mit Recht annimmt, wahrscheinlich nur verstümmelte bipolare sind, indem namentlich bei Fischen der *Acusticus* nur oder fast nur solche enthält. Aehnliche Zellen, nur kleiner, finden sich, wie schon oben erwähnt, auch in der Schnecke und dann auch an den Nervenstämmchen im *Vestibulum* (*Pappenheim*, *Corti*). Theilungen der Hörnervenfasern sah *Czermák* in den Endausbreitungen an den Ampullen und Säckchen des Störes, ich und *Harless* beim Frosch und *Leydig* bei *Chimaera*.

Von der Entwickelung des Gehörorgans sei hier nur das erwähnt, dass nach *Huschke's* von *Reissner* und *Remak* bestätigter Entdeckung das Labyrinth in seinen häutigen Theilen von der äussern Haut aus durch eine Einstülpung derselben sich bildet, somit in der Entstehung der Linse und dem Glaskörper zu vergleichen wäre. Zu dieser Einstülpung, an der vorzüglich, kaum allein wie *Remak* glaubt, die der Epidermis entsprechenden Zellenlagen sich betheiligen, kommen dann noch vom Gehirn aus die Hörnerven und von der mittleren Keimschicht aus die Hartgebilde und übrigen Weichtheile, um das Sinnesorgan zu vollenden. Ueber die histiologische Entwickelung der Weichtheile des Labyrinths ist nichts Erhebliches bekannt.

Die Schnecke ist in der neuesten Zeit von mehreren Autoren, *Reissner*, *Claudius*, *Leydig*, *Böttcher*, *M. Schultze*, zum Gegenstande der Untersuchung gemacht worden, doch haben diese Forschungen nur z. Th. zu einem bestimmten Resultate geführt, während dieselben in anderen Beziehungen sowohl untereinander, als auch von denen von *Corti* und mir abweichen. Aus diesem Grunde wird es nöthig, die Hauptpunkte der Reihe nach historisch und kritisch zu durchgehen.

Reissner ist der erste, der, durch seine embryologischen Forschungen veranlasst, in der Schnecke eine zweite Spirallamelle beschreibt, die parallel der anderen von den Zähnen der ersten Reihe bis zur äussern Wand der Schnecke herübertritt. Dieselbe ist nach ihm structurlos, mit einem Epithel bedeckt und an ihrer unteren Fläche mit zahlreichen Gefässen versehen. Den Raum zwischen beiden Lamellen nennt *R.* den Schneckencanal, weil derselbe nichts anderes, als die Höhlung der embryonalen Schnecke darstellt, während die *Scala vestibuli* und *tympani* secundäre Bildungen sind. In diesem Schneckencanale, von dem *R.* nicht sagen kann, ob er gegen den Vorhof offen oder zu ist, liege das *Corti*'sche Organ und ausserdem noch als eine von der vestibulären Spirallamelle zu unterscheidende Membran, die von *Corti* beschriebene zarte streifige Deckmembran, der wie von *Corti* nach aussen ein freier Rand zugeschrieben wird.

Claudius bestätigte das Vorkommen von zwei häutigen Spirallamellen, die er die *Membrana basilaris* und *Membrana Cortii* nennt, letzteres, weil er die *Corti*'sche Deckmembran für die vestibuläre Spirallamelle hält. Aus diesem Grunde gesteht *Claudius*, auch nicht zu wissen, was *Reissner* unter der in seinem Schneckencanal befindlichen Membran versteht, von welchem Canale *Cl.* übrigens annimmt, dass er ausser von dem *Corti*'schen Organe von Zellen ganz erfüllt sei. Mit Bezug auf dieses Organ geschah durch *Cl.* insofern ein wesentlicher Fortschritt, als er zeigte, dass die vordern Abschnitte der *Corti*'schen Fasern breiter und daher an Zahl geringer sind als die hintern Enden der-

selben, sowie, dass dieselben an die *Membrana basilaris* befestigt sind. Ueber die Verbindung der Nerven mit den *Corti*'schen Organen kam Claudius nicht ins Reine, doch nennt er die *Corti*'schen Fasern Röhren und zeichnet den von mir entdeckten Durchtritt der Nerven gegen die *Scala vestibuli* zu.

Leydig acceptirt die Deckmembran, wie sie Reissner und Claudius beschreiben, offenbar ohne ihre Verbindung mit dem *Lig. spirale* gesehen zu haben, da er in seiner Abbildung Fig. 138 B die *Stria vascularis* in den äussern Theil der *Membrana basilaris* verlegt. Bei den *Corti*'schen Fasern wird die Angabe von Claudius über die verschiedene Breite der äussern und innern Abtheilung der Zellen gar nicht berücksichtigt und schildert *L.* eine *Corti*'sche Faser in *toto* als eine langgestreckte, hinten mit einem Kern versehene Epithelzelle, die zwei starke S förmige Biegungen beschreibe und frei auf der *Membrana basilaris* liege. Die 3 gestielten Epithelzellen *Cortis*', meine Ganglienzellen, sucht Leydig nicht auf den vordern Abschnitten der *Corti*'schen Fasern, wie *Corti* und ich angegeben, sondern verlegt dieselben direct auf die *Membrana basilaris* und beschreibt an ihnen einen freien nach oben und hinten ragenden conischen Fortsatz. Das Durchtreten der Nerven durch die Löcher der *Membrana basilaris*, wie ich es beschrieben, hat *L.* noch nicht gesehen, will es aber nicht geradezu in Abrede stellen; in seiner Figur ist jedoch dieses Durchtreten gezeichnet und dort an dem Nervenende noch eine Zelle mit fadenförmigem Ausläufer angebracht, worüber jedoch wieder in der Erklärung bemerkt ist, es sei diess nicht mit Sicherheit gesehen worden. In dem Schneckencanal (Reissner) sieht Leydig kein *Parenchym* von Zellen wie Claudius, dagegen findet er in der Deckmembran desselben z. Th. Blutgefässe wie Reissner.

Böttcher beschreibt die *Corti*'sche Membran wie Claudius. Die *Corti*'schen Fasern schwellen dicht an den Löchern der *Membrana basilaris* jede zu einem dreiseitigen Knötchen an, das von oben einer Zelle ähnlich ist und einen Kern zu enthalten scheint, welcher jedoch in der seitlichen Ansicht nicht gesehen wird, weshalb *B.* glaubt, dass in der Ansicht von oben der scheinbare Querschnitt der unter dem Knötchen liegenden Faser zur Annahme eines Kernes geführt habe. Sonst werden die *Corti*'schen Fasern wie von Corti beschrieben, nur betrachtet *B.*, wie ich, die *Coins articulaires* nicht als besondere Stücke, findet wie Claudius mehr innere Glieder als äussere (bei der Katze rechnet er auf 4166 innere Glieder nur 2777 äussere) und lässt die äussern Glieder nicht nur wie Claudius an die Basilarmembran sich befestigen, sondern mit derselben verschmelzen. Ferner lässt er das ganze *Corti*'sche Organ ungefähr in derselben Weise wie Claudius wellenförmig gebogen sein, so dass dasselbe zwei erhabene Theile, die dreieckigen Anschwellungen und die Verbindungsstellen der äussern und innern Fasern, und zwei vertiefte Stellen, die Mitte der innern und das Ende der äussern Stäbchen, besitze. Die drei gestielten Epithelzellen *Corti's* (Ganglienzellen *mihi*) erkennt *B.* nicht an und hält dieselben nur für einen Theil eines Epithels, welches das ganze *Corti*'sche Organ und die *Membrana basilaris* decke, über welchem wahrscheinlich ein freier mit *Endolymphe* gefüllter Raum vorhanden sei. Sehr sonderbar ist, was Böttcher über den Zusammenhang der *Corti*'schen Fasern und der dunkelrandigen Röhren des *Acusticus* berichtet. Die letztern sollen nämlich noch innerhalb der Spirallamelle dicht an den Löchern für die *Corti*'schen Fasern steil aufsteigen und immer je zu zwei eine Schlinge mit dicht beisammenliegenden Schenkeln bilden. Von dem convexen Theil der Schlinge erhebe sich jedoch ein blasser Fortsatz, der in der von mir beschriebenen Weise durch ein Loch in die mittlere Scala eintrete und dann immer mit zwei *Corti'schen* Fasern sich verbinde. Dieses letzte Verhalten wurde zwar von *B.* nicht direct beobachtet, doch schliesst er dasselbe daraus, dass, während die Löcher immer um 0,004''' von einander abstehen, die dreieckigen Anschwellungen der *Corti*'schen Fasern doch nur 0,002''' Breite besitzen. Obgleich somit *B.* den von mir beschriebenen Zusammenhang der *Corti*'schen Fasern mit den Acusticusfasern freilich in ganz besonderer Weise bestätigt, so erklärt er doch die erstern für nicht nervös, vielmehr für eine Art Hülfsapparat, in welcher Auffassung er dadurch bestärkt wird, dass er nie Varicositäten an denselben sah.

Der neueste Untersucher *M.* Schultze endlich weicht wieder von allen andern Autoren in sehr erheblicher Weise ab. Das *Corti*'sche Organ wird zwar von ihm im Allgemeinen wie von Claudius und Böttcher beschrieben, namentlich mit Bezug auf

die verschiedene Zahl der äussern und innern Stücke, die Anheftung der erstern an die *Membrana basilaris* und die Biegungen des Ganzen, dagegen findet er an den innern Theilen der Fasern keine Anschwellung wie Corti, ich und Böttcher. Zwar finde sich hier ein kernhaltiges Gebilde (Corti, ich) in der Lage, die ich abgebildet, doch sei dasselbe eine besondere Zelle, die allerdings oft fester an der Faser adhärire. Ausserdem beschreibt *Sch.* am *Corti*'schen Organ noch die besonderen, schon früher von mir erwähnten und zum Theil abgebildeten (Mikr. Anat. II, 2, Fig. 435, 2, *d*), jedoch von keinem der Neuern gesehenen stabartigen Gebilde, die von der Gegend der Verbindung der äussern und innern Stücke der *Corti*'schen Fasern abgehen (meine *Lam. reticularis*), nämlich 1) untere Stabe, von derselben Zahl wie die innern *Corti*'schen Fasern die abwärts gegen die *Membrana basilaris* laufen und abgestuzt frei enden, und 2) obere den äussern *Corti*'schen Fasern ansitzende stabartige Gebilde, die horizontal verlaufen und hie und da unter einander zusammenhängen. *Sch.* findet die Theile des *Corti*'schen Organes resistenter als ich angab, nur dass auch er dieselben in Kali augenblicklich sich lösen sah und möchte er dieselben eher mit der Spirallamelle in Verbindung bringen, wie Corti, um so mehr, da er eine ganz besondere Endigung des *Acusticus* in der Schnecke aufgefunden zu haben glaubt. *Sch.* lässt zwar die Acusticusfasern in derselben Weise, wie ich zuerst angab, erblassend durch die Löcher der *Membrana basilaris* in die *Scala media* eintreten, dann aber sollen dieselben, statt mit den *Corti*'schen Fasern sich in Verbindung zu setzen, einen ganz andern Verlauf nehmen und unter dem *Corti*'schen Organe ein reiches Lager feiner mit Varicositäten versehener Fäserchen bilden, die mit zahlreichen kleinen Zellen in Verbindung stehen und in der Längsrichtung der Schnecke, also parallel der Grenzlinie der *Lamina ossea*, verlaufen. Zu den mit den Acusticusenden verbundenen Zellen rechnet *Sch.* auch die Zellen an der untern Seite der Anfänge der *Corti*'schen Fasern, dann Zellen zwischen den untern stabförmigen Anhängen des *Corti*'schen Organes, endlich auch wahrscheinlich meine 3 Reihen gestielter Ganglienzellen die *Sch.* wesentlich wie ich beschreibt, nur dass er an den äussersten das freie Ende wie in ein ansehnliches Haar verlängert sah. Diese ganze Nervenausbreitung soll in der Breite noch über das *Corti*'sche Organ hinaus gegen die äussere Schneckenwand sich erstrecken und ausserdem sollen, was besonders auffallend ist, auch auf der untern der *Scala tympani* zugewendeten Seite der *Membr. basilaris* quere Faserzüge markloser Nervenfädchen sich finden, jedoch seltener und mehr zurück, z. Th. geradezu unter der *Lamina spiralis ossea*. Hierher sollen auch die von Böttcher abgebildeten, noch mit den dunkelrandigen Acusticusfasern sich kreuzenden zwei Faserzüge (Fig. IV, *B. B.*), über deren Bedeutung *B.* sich nicht auslässt, gehören. Wie die Nerven in die *Scala tympani* kommen und was hier weiter aus ihnen wird, weiss *Sch.* nicht. Ueber die *Corti*'sche Membran hat derselbe ebenfalls nichts mitgetheilt. Dagegen erklärt er das ganze *Corti*'sche Organ für einen Stützapparat für die zarten nervösen Zellen und hält dasselbe auch noch von Bedeutung für die Fortleitung der Schallwellen zu den Nervenapparaten.

Soweit die neuern Untersuchungen, an deren Prüfung und Weiterführung ich in diesen Sommer eine gute Zeit gewendet habe, wobei sich dann freilich, wie an so vielen andern Orten, herausgestellt hat, dass wir noch weit entfernt vom Ziele sind. Da die Hauptresultate meiner neuesten Beobachtungen, die sich alle auf den Ochsen beziehen, oben mitgetheilt sind, so will ich hier nur einige der wesentlicheren Punkte noch etwas weiter besprechen.

Das eigenthümliche Lager von varicösen Acusticusfäserchen, mit longitudinalem, der Längsaxe des Schneckencanales parallelem Verlauf, welches nach *M. Schultze* unter dem *Corti*'schen Organe und auf der *Membrana basilaris* sich finden soll, kann ich nicht anerkennen. Ich habe die Gebilde, die *Sch.* meint, in Fig. 352 abgebildet, dieselben liegen jedoch bestimmt in der *Scala tympani*, an der untern (vom *Corti*'schen Organe abgewendeten) Seite der *Membrana basilaris*, und sind schwerlich Nervenfasern ebensowenig als die weiter rückwärts gelegenen von Böttcher abgebildeten (l. c. Fig. IV, *B*) ähnlich verlaufenden Züge, die nichts als gewöhnliches Bindegewebe sind. Allerdings bestehen die Elemente der von Schultze gemeinten Lage aus spindel- und sternförmigen Zellchen mit varicösen feinen Ausläufern, dass jedoch hiermit für ihre nervöse Natur noch nichts erwiesen ist, geht am besten daraus hervor, dass auch im

Perioste des Schneckencanals, in der Gegend des *Lig spirale*, Bindegewebskörper mit zierlich varicösen Ausläufern sich finden (auch bei Cephalopoden finden sich nach *H. Müller* äusserst schöne Saftzellen mit varicösen Ausläufern). Abgesehen hiervon spricht die von *Schultze* verkannte Lage dieser Elemente an der tympanalen Fläche der *Membrana basilaris* ganz entschieden gegen Nerven und kann ich somit das Neue, was dieser Autor mit Bezug auf die Endigung der Cochlearnerven gefunden zu haben glaubt, nicht acceptiren. Dagegen bin ich, womit auch *Schultze* wenigstens z. Th. übereinstimmt, der Ansicht, dass die Acusticusenden wohl vor allem in den gestielten Zellen *Corti's* zu suchen sind, nur kann ich mich für einmal noch nicht dazu entschliessen, das übrige *Corti*'sche Organ nur als Nebensache zu behandeln und halte ich es nicht für unmöglich, dass sich hier vielleicht noch ein Verhältniss, wie zwischen den Zapfen und Stäbchen der *Retina*, herausstellen wird. Die Verbindungen der *Corti*'schen Fasern mit einem Theil der Acusticusfasern, die kaum zu läugnen sind, so wie die Zartheit dieser Gebilde und die mathematische Regelmässigkeit ihrer Anordnung weisen auf einen tiefern Sinn und halte ich es für gerathen, bei fernern Untersuchungen diesen Gesichtspunkt vor Allem ins Auge zu fassen. Ich will übrigens jetzt, wo ich die *Lamina reticularis* genau studirt habe, nicht läugnen, dass das *Corti*'sche Organ so sonderbar gebaut ist, dass man für einmal nicht einsieht, wie ihm ein Platz bei die Nervenendigungen eingeräumt werden könnte, auch kann ich zugeben, dass doch wenigstens die Möglichkeit vorliegt, dass dasselbe, auch wenn es nichts als ein acustischer Hülfsapparat wäre, doch eine bedeutende Rolle spielte.

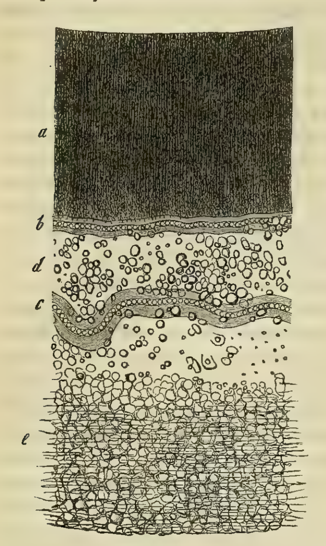


Fig. 352.

Der gebogene Verlauf der *Corti*'schen Fasern war mir schon lange bekannt, doch hielt ich denselben immer für Kunstprodukt, da auch mannigfache andere Biegungen an diesen weichen Elementen vorkommen. Ich gebe jedoch zu, dass die im § beschriebene Art der Biegung immer wieder vorkömmt und wahrscheinlich natürlich ist. — Ob die Kerne an den Anhängen der innern *Corti*'schen Fasern diesen selbst angehören oder unterliegenden Zellen, wie *Schultze* meint, ist mir noch nicht ausgemacht. Ich sah dieselben bisher nur fest an den Fasern, ausserdem aber noch kleine Zellen frei unter denselben mit den Acusticusenden verbunden. — Von Niemand erwähnt sind kernhaltige Anschwellungen an den an der *Membr. basilaris* anhaftenden Enden der äussern *Corti*'schen Fasern, die ich beim Ochsen oft sehr schön sah. Dieselben schienen meist wirklich den Fasern anzugehören, doch kam mir auch der Gedanke, ob diese kernhaltigen Anschwellungen nicht von etwaigen unter dem *Corti*'schen Organe liegenden Epithelzellen herrühren. Beim Ochsen liegen besonders in der Gegend des *Vas spirale internum* viele Kalkconcretionen, manche deutlich in Zellen. — Das *Vas spirale* selbst hat immer eine wie pathologisch verdickte gebuchtete structurlose Membran. — Die streifige Lamelle enthält manchmal einzelne Zellenkerne und immer finden sich solche auch an den letzten dunkelrandigen Acusticusfasern dicht an den Löchern der *Habenula perforata*. Im *Lig. spirale* des Ochsen sah ich in Einem Falle einen deutlichen Knorpelstreifen.

Zur Untersuchung des Gehörorgans, welche nur beim Labyrinthe, hier jedoch sehr bedeutende Schwierigkeiten darbietet sind unumgänglich vollkommen frische Objecte, am

Fig. 352. Anfang der *Lamina basilaris* von unten, vom Ochsen. Syst. 7, *Ocular* 1 von *Nachet*. *a*. Region der dunkelrandigen Schneckennerven, *b. c.* zwei *Vasa spiralia interna* mit verdickten Wänden, *d*. Lage von Kalkkörpern, *e*. Lage von Zellen mit varicösen Fortsätzen, ungefähr der Region des *Corti*'schen Organes entsprechend.

besten eben getödteter Thiere, nöthig, und ist bei denselben zur Befeuchtung nur Serum oder Zuckerlösung zu verwenden, wenn man die Theile ganz normal sehen will. Ausserdem sind auch Chromsäurepräparate für manches sehr tauglich. Weiter kommt es dann vorzüglich auf eine gewisse Uebung im Bloslegen und Ablösen der zarten Theile, um die es sich hier handelt, an und auf viel Geduld, weil es häufig dem Zufall überlassen bleibt, ob dieses oder jenes Verhältniss zur Anschauung kommt oder nicht. Um die Nervenplexus der *Zona ossea* der Schnecke zu sehen, muss man dieselbe durch verdünnte Salzsäure ihrer Kalksalze berauben, wogegen bei den Ganglienzellen dieser Localität nur ein sorgfältiges Zerzupfen der knöchernen Zone in einem nicht alterirenden Medium zum Ziele führt. Wichtig sind senkrechte Schnitte, die man entweder an isolirten und mit Salzsäure ausgezogenen Spirallamellen von Chromsäurepräparaten oder an ganzen in dieser Weise behandelten Schnecken ausführt. Man kann auch die Schnecke erst in Leim legen und dann Segmente der *Lam. spiralis* machen.

Literatur. *E. Huschke*, in Fror. Not. 1832, Nr. 707. Iris 1833, Nr. 18, 34; *K. Steifensand*, Untersuchungen über die Ampullen des Gehörorgans, in *Müller's* Arch. 1835; *S. Pappenheim*, Die specielle Gewebelehre des Gehörorgans, Breslau 1840, und Fror. Not. 1839, Nr. 131, 194 u. 195; *G. Breschet*, *Recherches sur l'organe de l'ouie dans l'homme et les animaux vertébrés*, 2. *Edit. Paris* 1840; *E. Krieger*, *De otolithis*, *Berol.* 1840; *Wharton Jones*, *The Organ of hearing*, in *Todd's Cyclopaedia*, *Vol. II*, 529; *J. Hyrtl*, Ueber das innere Gehörorgan des Menschen und der Säugethiere, Prag 1845; *A. Corti*, *Recherches sur l'organe de l'ouie des mammifères*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. III, p. 109; *Reissner*, *De auris internae formatione*, *Dorp.* 1851; *E. Harless*, Art. Hören, in *Wagn.* Handw. d. Physiologie IV, p. 311, und Münchn. Gel. Anzeiger 1851, Nr. 31 u. 37; *Stannius*, Ueber die gangliöse Natur des *Nervus acusticus*, in Gött. Nachrichten 1850, *Nr.* 16, *Ibid.* 1851, *Nr.* 17; *Kölliker*, Ueber die letzten Endigungen des *Nervus cochleae* und die Function der Schnecke, Gratulat. an *Fr. Tiedemann*, Würzb, 1854; *Reissner*, zur Kenntn. d. Schnecke in *Müll.* Arch. 1854, p. 420; *Claudius*, Bem. ü. d. Bau der häutigen Spiralleiste der Schnecke, in Zeitschr, f. w. Zool. VII, p. 154; *Böttcher*, *Obs. micr. de rat., qua nervus cochleae terminatur, Dorp.* 1856; *H. Reich*, Ueber d. feinern Bau des Gehörorgans bei Petromyzon, in *A. Ecker's* Unters. z. Ichthyolog. Freib. 1857, p. 24; *M. Schultze*, Ueber die Endigungsw. d. Hörnerven im Labyrinth, in *Müll.* Arch. 1858, p. 343; *v. Tröltsch*, Beitr. z. Anat. d. Trommelfelles, in Zeitschr. f. w. Zool. 1857, IX, p. 91; *Gerlach*, Mikr. Untersuchungen des Trommelfelles in s. Mikr. Studien 1858, p. 53. — Ausserdem sind zu vergleichen die allgem. Werke von *Krause*, *Huschke*, *Arnold*, *Todd-Bowman*, *Remak* (Entwickelungsgeschichte), mir und die *Icones org. sensuum* von *Arnold*.

III. Vom Geruchsorgan.

§. 238.

Das Geruchsorgan besteht aus den zwei von Knochen und Knorpeln gestützten und von einer Schleimhaut ausgekleideten Nasenhöhlen und einer gewissen Zahl von Nebenhöhlen, nämlich den *Sinus frontales*, *sphenoidales*, *ethmoidales* und dem *Antrum Highmori*. Von allen diesen Räumen dienen jedoch dem Geruche selbst nur die obersten Theile der Nasenhöhlen, wo der Geruchsnerv sich ausbreitet, während die andern entweder einfache Zuleitungscanäle sind und zugleich bei der Respiration sich betheiligen, oder wenigstens einer directen Beziehung zur Sinnesthätigkeit ermangeln.

Die genannten Hartgebilde zeigen nicht viel Bemerkenswerthes und ist von den Knochen nur das zu erwähnen, dass sie am Siebbein an den dünn-

sten Stellen nur aus einer Grundsubstanz und Knochenzellen ohne *Haversi*-sche Canäle bestehen. Die Knorpel der Nase sind wahre Knorpel und gleichen am meisten denen des Kehlkopfs, nur dass der Inhalt der Knorpelzellen meist sehr blass und fettarm, die Zellenwände wenig verdickt und die Grundsub-substanz fein granulirt ist. Unter dem Perichondrium liegt auch hier eine Lage abgeplatteter Zellen, die an der Scheidewand bis 0,024''' Dicke erreicht, während im Innern die Zellen mehr rundlich, grösser und reihenweise in der Richtung der Dicke desselben angeordnet sind.

Von der Bekleidung dieser Theile mag zuerst die Haut der äussern Nase angeführt werden, welche durch die dünne Epidermis von 0,024—0,032''', eine straffe *Cutis* von $\frac{1}{4}$''' mit kleinen unentwickelten Papillen von $\frac{1}{40}$—$\frac{1}{66}$''' und feinen Härchen, so wie durch ein derbes, 1''' dickes, mit den Knorpeln innig vereinigtes Fettgewebe mit bis in dasselbe reichenden grossen Talg-drüsen und kleinen Schweissdrüsen von $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{12}$''' sich auszeichnet. Diese äussere Haut mit ihren Talgdrüsen und mit stärkern Haaren *(Vibrissae)* zieht sich auch noch etwas in die Nasenhöhle hinein, nicht ganz bis da, wo die knorpelige äussere Nase aufhört, und geht dann unmerklich in die Schleimhaut des Geruchsorgans über, welche alle übrigen Räume auskleidet, jedoch nicht überall dieselbe Beschaffenheit zeigt. Nach *Todd-Bowman's* Entdeckung nämlich, welche ich vollkommen bestätigen kann, zerfällt diese bei den Säu-gethieren in einen flimmernden und nicht flimmernden Theil, von welchen der letztere auf die obersten Theile der eigentlichen Nasenhöhlen, wo der Geruchsnerv sich ausbreitet, beschränkt ist, und daher die Geruchs-schleimhaut im engern Sinne genannt werden soll, während die andere den alten Namen der *Schneider'schen* Haut beibehalten mag.

Fassen wir diese letztere zuerst ins Auge, so finden wir auch bei ihr, obschon ihr Epithel überall flimmert, doch nicht allerwärts denselben Bau und kann man an ihr füglich die dickere drüsenreiche Schleimhaut der eigentlichen Nasenhöhle von der dünneren der Nebenhöhlen und des Innern der Muscheln unterscheiden. Das Epithel ist an beiden Orten ein geschich-tetes Flimmerepithel, ähnlich dem des Kehlkopfs (Fig. 355, 2), hier von 0,018—0,020''' Dicke, dort stellenweise bis 0,042''' messend, beim Menschen mit blassen fein granulirten Zellen, von denen die flimmernden äussersten bis 0,03''' betragen und bei Thieren eine Strömung von vorn nach hinten erzeu-gen. Dann folgt eine der elastischen Elemente ganz ermangelnde oder wenig-stens an solchen sehr arme, vorzüglich aus kerneführendem gewöhnlichem Bindegewebe zusammengesetzte eigentliche *Mucosa*, in welche in der eigent-lichen Nasenhöhle sehr viele grössere und kleinere gewöhnliche traubenför-mige Schleimdrüschen mit Drüsenbläschen von 0,02—0,04''' eingesenkt sind, so dass dieselbe stellenweise, namentlich an den Grenzen des Scheidewand-knorpels und an den untern Muscheln, 1—2''' Dicke besitzt. Uebrigens rührt die Dicke der Schleimhaut dieser Gegenden nicht einzig von den Drüsen, son-dern auch, wie namentlich am Rande und dem hintern Ende der untern Mu-schel, von reichlichen fast cavernösen Venennetzen im Innern der-selben her (ich, *Kohlrausch*), so dass hier eine Art Schwellgewebe entsteht. In den Nebenhöhlen fehlen die Drüsen fast ganz und habe ich dieselben bisher

nur hie und da im *Antrum Highmori* gefunden, wo dieselben in ihren Ausführungsgängen und Drüsenbläschen manchmal bis zu $\frac{1}{2}'''$ grossen schleimhaltigen Cysten ausgedehnt waren. Abgesehen von diesen Stellen ist die *Mucosa* der Nebenhöhlen äusserst zart und von dem Perioste derselben nicht als besondere Schicht zu trennen, was in der Nasenhöhle selbst namentlich an den drüsenreichen Stellen trotz des innigen Zusammenhanges beider doch angeht. In pathologischen Fällen kann die Schleimhaut der Nebenhöhlen und z. Th. auch die der Muscheln Kalkablagerungen von verschiedener Ausdehnung darbieten, in deren Folge sie eine weisse Farbe annimmt (ich, *Virchow*, Entw. d. Schädelgr. p. 41).

Die eigentliche Riechschleimhaut nimmt von allen Abschnitten des Geruchsorganes nur die obersten Theile der Scheidewand und der Seitenwände der eigentlichen Nasenhöhlen, wo die obersten Muscheln sitzen, ein, von der *Lamina cribrosa* an etwa $\frac{3}{4}$—1'' abwärts. Dieselbe ist von der zunächst auf sie folgenden flimmernden *Mucosa* schon für das unbewaffnete Auge durch ihre grössere Dicke und Färbung unterschieden, welche letztere bald gelblich ist, wie beim Menschen, dem Schaf, Kalb, bald gelbbraun oder braun, wie beim Kaninchen und Hund, und begrenzt sich bei der mikroskopischen Untersuchung durch einen ziemlich bestimmten zackigen oder wellenförmigen Rand. Die Verschiedenheiten des Baues beruhen in der Beschaffenheit des Epithels und dem Vorkommen von zahlreichen, eigenthümlich beschaffenen Drüsen, welche ich die *Bowman*'schen nennen will, und dem Verhalten der Nerven.

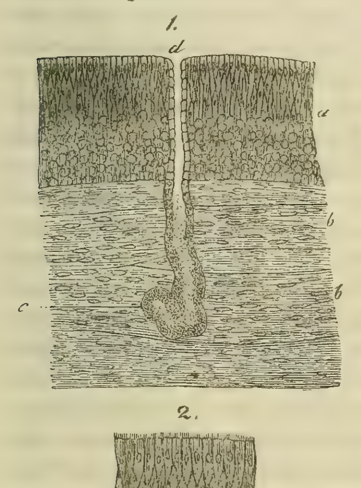


Fig. 353.

Das Epithel flimmert bei Thieren nicht, wogegen beim Menschen auch hier an gewissen Stellen Flimmern vorkommen, während sie an andern Stellen fehlen (*Ecker*, *M. Schultze*), und ist viel dicker, so dass es beim Schaf, wo das flimmernde Epithel 0,03''' beträgt, 0,05''' misst, und beim Kaninchen beide auf 0,04 und 0,07''' sich stellen. Trotz dieser für ein Epithelium bedeutenden Dicke ist dasselbe ungemein zart und weich, und erhält sich nur in ganz bestimmten Lösungen (S. unten) so, dass es in seinen einzelnen Theilen bestimmt zur Anschauung kommt. Nach den neuern Erfahrungen von *Eckhard* und vor allem von *M. Schultze*, welche letztern ich mit *Ecker* ganz bestätigen kann, ist dasselbe ein einschichtiges Epithel von sehr langen Zellen, zwischen denen noch andere zellenartige Bildungen, die wahrscheinlichen Enden des *Olfactorius* oder die sogenannten Riechzel-

Fig. 353. Aus der Nasenschleimhaut des Schafes, 150mal vergr. 1. Aus der *Regio olfactoria*, Durchschnitt der Schleimhaut, *a* Epithel ohne Flimmern, *b* Geruchsnerven mit einem sich theilenden blassen kernhaltigen Bündel, *c*. *Bowman*'sche Drüse, *d*. Oeffnung derselben. 2. Flimmerepithel der *Schneider*'schen Haut.

len (*M. Schultze*) eingeschoben sind. Die Epithelzellen sind im Allgemeinen so beschaffen wie die langgestreckten Zellen von Flimmerepithelien, mit dem Unterschiede jedoch, dass ihre fadenförmigen, unregelmässig begrenzten Ausläufer bis zur Schleimhautoberfläche herabreichen und am untern Ende meist gabelförmig gespalten oder selbst mit mehrfachen Ausläufern versehen sind, ja selbst mit denen benachbarter Zellen sich verbinden. Die Kerne dieser Zellen sind länglich rund, mit weniger leicht sichtbarem *Nucleolus* und meist körnigem Inhalt und die Zellen führen neben ihrem gewöhnlichen körnigen *Contentum* eine gewisse Zahl von je nach den Geschöpfen gelb oder braun gefärbten Pigmentmolecülen, von denen die oben berührte Farbe der *Regio olfactoria* einem guten Theile nach abhängt. Viel schwerer zu erforschen sind die Riechzellen. Dieselben stellen, wie *M. Schultze* sie mit Recht beschreibt, langgestreckte spindelförmige Gebilde dar, die von dem mittleren Zellenkörper aus, der einen rundlichen hellen Kern mit deutlichem *Nucleolus* und kein Pigment enthält, nach beiden Seiten in feine fadenförmige Fortsätze auslaufen. Der äussere Fortsatz ist etwas dicker, zieht zwischen den breiten Theilen der Epithelzellen nach aussen bis zur Basalfläche derselben und trägt hier noch einen kurzen, die Epithelzellen überragenden Fortsatz, wie ein feines Stiftchen. Der innere Fortsatz ist bedeutend zarter, ein nur mit guten Linsen deutlich sichtbares Fädchen, an dem an Chromsäurepräparaten von Stelle zu Stelle kleinere dunklere Varicositäten sich finden, die manchmal auch an den äusseren Ausläufern zur Beobachtung kommen. Auch die innern Ausläufer der Riechzellen, welche letztern, wie es scheint, in einfachen Zügen um die Epithelzellen herumstehen und mit ihren Zellenkörpern mehr die mittleren und tieferen Theile der Epithelialschicht einnehmen, reichen bis an die Schleimhaut und wird von ihren Beziehungen zum *Olfactorius* noch weiter die Rede sein. Zur Feuchthaltung und zum Schutze dieses Epithels sind in der ganzen Region, wo dasselbe sitzt, in grosser Zahl die *Bowman*'schen Drüsen vorhanden, was um so mehr auffällt, als die zunächst anstossende flimmernde Schleimhaut an Drüsen arm ist oder derselben ganz entbehrt. Dieselben sind einfache, entweder gerade oder an ihrem untern Ende leicht gewundene 0,08—0,1‴ lange Cylinder oder gestreckt birnförmige Schläuche, welche vorzüglich zwischen den stärkeren Aesten der Geruchsnerven in gedrängten Reihen, zum Theil auch, wie an den untern Grenzen der Geruchsregion, mehr isolirt liegen und am meisten an gewisse Formen der *Lieberkühn*'schen Drüsen und embryonaler Schweissdrüsen erinnern. Theilungen an den Schläuchen habe ich nicht wahrgenommen, doch

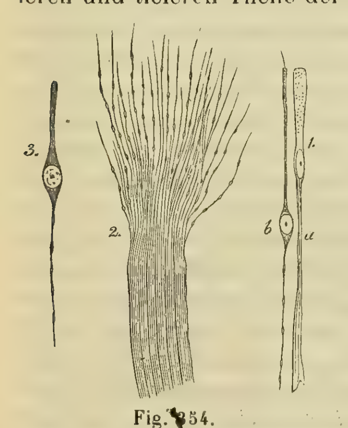


Fig. 354.

Fig. 354. 1. Vom Frosch. *a.* Epithelzelle der *Regio olfactoria*, *b* Riechzelle. 2. Kleines Olfactoriusästchen des Frosches an dem einen Ende in einen Pinsel varicöser Fädchen zerfallend. 3. Riechzelle vom Schaf. 350mal vergr.

wäre es leicht möglich, dass ich dieselben übersehen, da auch diese Organe sehr zart und veränderlich sind. Dieselben haben in ihren 0,014—0,025‴ breiten Canälen ein schönes einfaches Epithel von rundlich polygonalen, 0,006—0,008‴ grossen Zellen, in denen mehr oder weniger gelbliche oder bräunliche Pigmentkörnchen enthalten sind, was mit die verschiedene Färbung der Riechschleimhaut bedingt. Ihre Ausführungsgänge sind etwas schmäler (0,008—0,012‴) als die Drüsengänge und steigen, immer von rundlichen grössern Zellen ausgekleidet, gerade durch das Epithel, um an der Oberfläche desselben mit rundlichen, von einigen grossen Zellen (beim Kaninchen finden sich hier gestreckte Zellenformen, ebenso beim Schaf nach *M. Schultze*) umstellten Mündungen von 0,01‴ auszugehen. — Das ausser diesen Drüsen, die beim Menschen durch gewöhnliche Schleimdrüsen vertreten sind, hier befindliche Gewebe ist, wie in den andern Regionen, weiches Bindegewebe ohne elastische Elemente.

Die Nasenschleimhaut ist in der eigentlichen Nasenhöhle sehr reich an Gefässen, weniger in den Nebenhöhlen und bilden dieselben mit ihren Endästen, theils um die Drüsen und in den Stämmen und Aesten der Geruchsnerven lockere Geflechte, theils an der Oberfläche der Schleimhaut selbst ein sehr dichtes Netz mit vielen mehr horizontal liegenden Schlingen, die auf den ersten Blick an die Existenz von Papillen glauben machen, welche jedoch nicht vorhanden sind. Auch die Aeste der Arterien und Venen anastomosiren vielfach und bilden die letztern namentlich an der untern Muschel die reichlichen schon erwähnten schwammigen Geflechte. Von Saugadern der Nasenschleimhaut ist nichts bekannt. Die Nerven sind einmal Aeste des *Quintus (Ethmoidalis, Nasales posteriores*, Ast des *Dentalis anter. major)*, welche besonders die flimmernde Region des Geruchsorgans versorgen und hier wie in andern sensiblen Schleimhäuten, des *Pharynx* z. B, sich verhalten, aber auch in die eigentliche *Regio olfactoria* heraufgehen und, wie ich in einem Falle beim Kalb gesehen, selbst mit einigen dunkelrandigen Primitivröhren in der Bahn von Aesten der Geruchsnerven verlaufen. Der Geruchs-

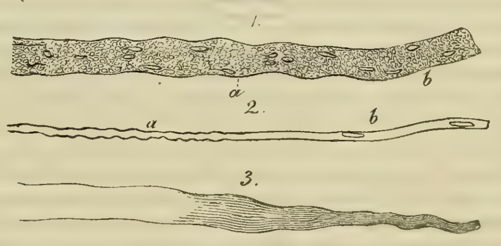


Fig. 355.

nerv besitzt im *Tractus* und *Bulbus* dunkelrandige Röhren und Nervenzellen, von denen oben (S. 321) schon die Rede war. Die *Nervi olfactorii* dagegen

Fig. 355. Olfactoriusröhren des Ochsen, 350mal vergr. 1. Eine starke graue Röhre. *a*. Hülle derselben, *b*. hervorgetretener Inhalt mit Kernen. 2. Eine feine dunkelrandige Röhre *a* aus einem *Foramen cribrosum* in eine blasse kernhaltige Faser *b*. sich fortsetzend. 3. Leere Hülle einer grauen Röhre an einem Ende zusammengefallen und faserig aussehend.

enthalten beim Menschen und bei Säugethieren selbst in den vom Riechkolben abgehenden Hauptstämmen durchaus keine weissen markhaltigen Fasern, sondern bestehen durchweg aus blassen, mit länglichen Kernen versehenen, leichtgranulirten, platten, 0,002—0,003''' breiten Röhren, die fest zusammenhängen und von gemeinschaftlichen, an den *Rami ad septum* stärkeren und daher weissen, bindegewebigen Hüllen zusammengehalten werden. Ueber den Ursprung dieser den embryonalen Nervenelementen sehr ähnlichen Fasern, an denen bei Thieren leicht eine zarte structurlose Hülle von einem feinkörnigen mit Kernen versehenen Inhalt unterschieden wird und die gegen die Endäste in allmählich feinere Fäserchen von 0,001—0,0005''' übergehen, die z. Th. auch schon in den Stämmen sich finden, hat sich beim Menschen und bei Säugethieren noch durchaus nichts Bestimmtes ermitteln lassen, doch wird es nach den Erfahrungen von *Leydig* bei den Plagiostomen und aus andern Gründen wahrscheinlich, dass sie von den Zellen des *Bulbus* herkommen, in welcher Beziehung freilich das Nähere noch zu ermitteln ist. Die Endigung der Nerven ist noch zweifelhafter. So viel sieht man leicht, dass die *Nervi olfactorii* im Verlauf in der Schleimhaut der *Regio olfactoria* unter vielfachen spitzwinkligen Theilungen nach unten zu immer feiner werden und ein Geflecht erzeugen, auch gelingt es bei Säugethieren, dieselben fast über die ganze *Regio olfactoria* zu verfolgen, allein etwas vor dem Rande derselben entziehen sich ihre Geflechte immer dem Blick und ist auch sonst nichts von Endzweigen zu sehen, so dass ich mit Bezug auf die Hauptsache gänzlich im Dunkeln blieb. Nach den Erfahrungen von *Schultze* beim Frosch, an die ich ähnliche anreihen kann, wird es jedoch sehr wahrscheinlich, dass jede Olfactoriusfaser schliesslich in ein ganzes Bündel varicöser feinster blasser Fädchen ausgeht, welche die Schleimhaut durchbohrend jedes mit einer Riechzelle sich verbinden.

Die Geschichte der bessern Untersuchungen über das Geruchsorgan beginnt mit *Todd-Bowman*, denen wir den Nachweis eines nicht wimpernden, wie sie glaubten geschichteten Pflasterepithels in der *Regio olfactoria*, dann der grauen Fasern des *Olfactorius* und besonderer Drüsen verdanken. Diese Angaben wurden dann von mir bestätigt und zugleich die über das Epithel in der Art verbessert, dass ich in demselben die Existenz senkrecht stehender schmaler Zellen nachwies, ohne jedoch dazu zu gelangen, die Zusammensetzung desselben bestimmt zu ermitteln. Diess blieb erst der neuesten Zeit vorbehalten und gebührt vor Allem *Eckhard* der Verdienst, mit Hülfe der Chromsäure nachgewiesen zu haben, dass das Epithel des Frosches, da wo der *Olfactorius* sich ausbreitet, einschichtig ist und zwei Arten von Zellen enthält, Epithelzellen mit langen Fortsätzen und besondere spindelförmige Fasern mit kernhaltigen Anschwellungen zwischen denselben. Ausserdem fand *E* auch in dieser Gegend Wimpern von viel bedeutendererLänge als an andern Stellen und verfolgte den *Olfactorius*, wie schon früher *v. Hessling* bis zu einer pinselartigen Auflösung der kleinsten Aeste zu Fäden von kaum den Bindegewebsfibrillen gleichen Durchmessern. Gestützt hierauf, stellte *E.* schliesslich den Satz auf, dass die Epithelialzellen der *Regio olfactoria* oder die zwischen denselben endenden Spindelzellen die wahren Enden der Geruchsnerven sind. Kurze Zeit nach *Eckhard* machte dann auch *Ecker* neue Untersuchungen über das Geruchsorgan bekannt, welche ebenfalls das Vorkommen von langgestreckten Zellen im Epithel darthaten. Nach *Ecker* bilden beim Menschen Zellen, die den Epithelzellen *Eckhard's* entsprechen und mehrfach verästelte und knotige Fortsätze gegen die *Mucosa* hin besitzen (Riechzellen, *Ecker*), eine zusammenhän-

gende oberflächliche Lage, zwischen denen mehr in der Tiefe noch andere rundliche und längliche Zellen sich finden, von denen die äussersten spindelförmigen, die Repräsentanten der 2. Zellenart von *Eckhard*, mit Fortsätzen zwischen die Riechzellen hinein, jedoch nicht bis zur äussern Oberfläche des Epithels verfolgt wurden, und als Ersatzzellen bezeichnet werden. *Ecker* hält die Epithelialzellen mit ästigen Fortsätzen mit Wahrscheinlichkeit für die Enden des *Olfactorius*, mit welcher Annahme jedoch der von ihm selbst gefundene Umstand wenig harmonirt, dass diese Zellen beim Menschen nur an einer ganz beschränkten und intensiv gelbgefärbten Stelle (*locus luteus s. Regio olfactoria, Ecker*) ganz oben, unten und hinten in der Nasenhöhle sich fanden, während der *Olfactorius* einen bedeutend grösseren Verbreitungsbezirk hatte.

Nachdem so durch diese Arbeiten die Bahn zu einer genaueren Erkenntniss des Baues der Geruchsschleimhaut eröffnet war, gelang es dann *M. Schultze*, diese Angelegenheit nahezu zum Abschlusse zu bringen. Nach den schönen auf alle Wirbelthierklassen ausgedehnten Untersuchungen dieses Autors (Berl. Monatsb. 1856), über die wir demnächst auch eine ausführliche Auseinandersetzung in den Abh. der Hallenser Gesellschaft zu erwarten haben, von der mir durch die Güte des Verfassers 3 Tafeln Abbildungen zur Verfügung standen, gibt es bei allen Wirbelthieren in der Riechschleimhaut zweierlei anatomisch und physiologisch verschiedene Zellenformen. Die einen derselben, entsprechend den Epithelialzellen *Eckhard's* und den Riechzellen *Ecker's*, sind wirkliche Epithelialzellen; die andern, die zweite spindelförmige Zellenart von *Eckhard* oder die Ersatzzellen *Ecker's*, sind die wirklichen Enden des *Olfactorius*, die wahren Riechzellen. Die Epithelzellen sind zarte, wimpernfreie, bei Säugern leicht pigmentirte Zellen, deren Form von *Eckhard* und *Ecker* im allgemeinen richtig beschrieben wurde, Elemente, die von den Wimperzellen der übrigen Nasenschleimhaut zwar durch ihre Länge, die meist bestimmtere Spaltung ihrer Anhänge und ihre Zartheit sich unterscheiden, aber doch auch Uebergänge zu denselben zeigen, wie denn auch selbst mitten in der *Regio olfactoria* des Menschen wimpernde Stellen sich finden, und wie die gewöhnlichen Epithelzellen fast in jeder beliebigen Lösung von Chromsäure und doppelt chromsaurem Kali sich halten. Die Riechzellen haben eine andere ganz bestimmte Form, immer die oben beschriebenen varicösen Fädchen an der einen Seite und tragen an dem freien schmalen oder leicht knopfförmig verdickten Ende bestimmt geformte Anhänge (Riechhärchen, *Sch.*) und zwar bei Säugern und Fischen kurze Stäbchen von 0,001—0,002''', bei Vögeln und Amphibien Büschel zarter kleiner Härchen oder wie einfache steife Härchen, beide von 0,04—0,05''' Länge, von welchen die ersteren durch ihre geringere Bewegungsfähigkeit und grosse Zartheit vor gewöhnlichen Wimpern sich auszeichnen. Die Fortsätze dieser Zellen und die haarförmigen Anhänge sind so zart, dass sie nur in ganz bestimmten Concentrationen von Chromsäure ($^1/_4$—$^1/_{16}$ Gran auf die Unze Wasser, je nach den verschiedenen Thieren) sich erhalten, ja wie die Riechhärchen eigentlich nur ganz frisch unverändert zu sehen sind. Ausser diesen Thatsachen wurde nun von *Sch.* durch eine genaue Untersuchung des mit Chromsäure behandelten *Olfatorius* noch ferner ermittelt, dass, wenigstens bei gewissen Geschöpfen, die letzten Aestchen desselben in Büschel von varicösen feinen Fädchen ausgehen, welche mit den innern Enden der Riechzellen ganz übereinstimmen, ja es gelang sogar in vereinzelten Fällen, den Zusammenhang beider fast vollständig zur Anschauung zu bringen.

So scheint nun endlich auch für dieses Sinnesorgan ein ganz specifischer Bau der die Eindrücke aufnehmenden Nervenenden dargethan zu sein, wie es nach den bei der *Retina* und dem Gehörorgan gemachten Erfahrungen vermuthet werden durfte. Freilich haben die neuesten Untersuchungen von *Seeberg*, *Hoyer*, *Erichsen* und *Gastaldi* zum Theil ganz anderes ergeben als *Schultze* fand, z. Th. seine Angaben bestimmt als unrichtig hingestellt, allein dieselben sind auf der andern Seite von *Ecker* (*Henle's* Jahresbericht) 1856 p. 117) und mir (Sitzungsbericht der Würzb. physiol.-medic. Gesellschaft 1858) bestätigt worden, und kann meiner vollsten Ueberzeugung nach darüber kein Zweifel bestehen, dass *Schultze* in den Hauptsachen vollkommen im Rechte ist. Aus diesem Grunde berühre ich auch hier die abweichenden Angaben der genannten Autoren nur kurz. *Seeberg*, dessen Arbeit noch in die Zeit vor *Schultze* fallt,

konnte beim Frosch die von *Eckhard* beschriebenen längeren Flimmerhaare in der *Regio olfactoria* nicht finden, überzeugte sich jedoch im Allgemeinen von der Richtigkeit der Angaben dieses Autors über die Beschaffenheit des Epithels, wogegen er bei Säugethieren gegen die Behauptungen von *Bowman* und mir auch in der *Regio olfact.* überall Cilien antraf. *Seeberg's* Angabe über die Structur der Olfactoriusäste wird weiter unten noch Berücksichtigung finden, und nenne ich ihn hier nur noch als den ersten, der unter *Bidder's* Einflusse die ganze peripherische Ramification der Geruchsnerven, vom *Bulbus* an als bindegewebiger Natur hinstellt, ohne deren functionelle Beziehung zum Geruchsorgan zu bestreiten. — *Hoyer* läugnet sowohl für den Frosch als für die Säuger und den Menschen die Existenz von zweierlei Zellen im Epithel. Alle Zellen des Epithels der Nasenhöhle, das nach ihm überall nur einschichtig ist, flimmern und gehen nach unten nur in einfache Fortsätze aus. Die von mir sogenannten *Bowman*'schen Drüsen existiren nach *Hoyer* nicht. Wie die Nerven endigen, hat *Hoyer* nicht untersucht, wogegen *Erichsen* gerade speciell von diesen handelt (s. u.) und sich der Ansicht von *Seeberg* über ihre bindegewebige Natur anschliesst. *Gastaldi* endlich, der nur den Frosch untersuchte, lässt die Olfactoriusenden, welche kernhaltig sein sollen, in besondere stabförmige Gebilde übergehen, auf denen dann erst direct mit ihnen verbunden, kurze und breite Flimmercylinder sitzen. Nach seinen Abbildungen (Fig. II) hat er beide Elemente des Riechepithels wahrgenommen, nur bringt er fälschlich die Riechzellen von *Schultze*, deren Zellenkörper er als eine Art Nervenzelle betrachtet, mit den Epithelzellen in Verbindung.

Was nun die Bestätigungen der Arbeit von *Schultze* durch *Ecker* und mich betrifft, so hat ersterer nun sich überzeugt, dass die Fortsätze der von ihm sogenannten Ersatzzellen einerseits bis an die freie Oberfläche reichen und hier die borstenförmigen Anhänge tragen, andererseits bis an die eigentliche *Mucosa* sich erstrecken, so wie, dass diese Gebilde von den Epithelzellen chemisch verschieden sind. Was mich selbst anlangt, so ging ich, wie ich offen bekenne, mit bedeutendem Misstrauen an diese Untersuchung, weil ich bei Plagiostomen nicht im Stande gewesen war, eine Verbindung des von mir beschriebenen feinen Olfactoriusnetzes mit dem Epithel aufzufinden (s. Würzb. Verb. VIII), und weil ich Epithelzellen mit knotigen Ausläufern auch an andern Stellen, als in der *Regio olfactoria* gesehen hatte, allein die Erforschung des ersten Frosches gab mir eine vollkommene Bestätigung der Angaben von *Schultze*, mit Hinsicht auf die 2 Bestandtheile des Epithels. Es kommt jedoch hier alles auf die Methode an und erkläre ich mir so, warum *Hoyer*, der offenbar mit Fleiss untersucht hat, nur eine Art von Zellen aufstellt. Jeder, dem es einmal gelungen ist, die Lösung zu finden, in welcher die Riechzellen sich erhalten, wird sicherlich anders urtheilen und wird die Zukunft bald mehr als genug Bestätigungen derselben bringen. Ich habe mich übrigens nicht nur von dem Vorkommen solcher Zellen, sondern auch von dem Auslaufen des *Olfactorius* des Frosches in feinste varicöse Fädchen überzeugt, und wenn ich auch den Zusammenhang beider nicht gesehen habe, was offenbar nur der glücklichste Zufall gewähren kann, so habe ich doch keinen Grund, in dieser Beziehung von *Schultze* abzuweichen. In neuester Zeit habe ich nun auch noch das Geruchsorgan von Vögeln und Säugern vorgehabt, doch muss ich bekennen, dass es hier viel schwieriger ist, die richtige Lösung zu treffen, welche die zarten Riechzellen erhält. Immerhin ist es mir auch hier gelungen, mich im Allgemeinen von der Richtigkeit der Angaben von *Sch.* zu überzeugen und hoffe ich später auch ausführlichere Mittheilungen machen zu können.

Ich füge nun noch einige Einzelnheiten bei. Nach *Seeberg* und *Hoyer* ist das Epithel der *Schneider*'schen Haut nicht geschichtet, wie ich angab, sondern von einer einzigen Zellenlage gebildet. Ich habe zur Prüfung meiner Behauptung die Sache beim Ochsen von Neuem an Chromsäure-Präparaten untersucht und bleibe ich demzufolge bei meiner früheren Angabe. Die obersten langen Flimmerzellen mit fadenförmigen Fortsätzen lösen sich leicht von den tiefern kleinern Formationen, und kann diess Grund zur Annahme nur einer Zellenschicht geben. Untersucht man sorgfältiger, so findet man 2—3 Lagen kleinerer Zellen, von denen die untersten rundlich eckig, die folgenden mehr länglich sind und bald so, bald anders in die Zwischenräume der flimmernden Zellen sich hineinschieben.

Auch was die *Bowman*'schen Drüsen anlangt, muss ich *Seeberg* und *Hoyer* Unrecht geben, und begreife ich in der That nicht, wie es möglich ist, diese Drüsen nicht zu finden. Ich habe von Neuem den Ochsen, Hund, das Kaninchen und das Schaf vorgehabt und mache mich anheischig, diese Drüsen an frischen und an erhärteten Präparaten in jedem senkrechten Schnitte, in jeder Flächenansicht zu demonstriren. Dass die genannten Autoren diese Drüsen, die auch *M. Schultze* bestätigt (Hall. Abh.), nicht sahen, spricht nicht gerade für sie.

Ueber die Structur der Olfactoriusfasern haben *Seeberg*, *Erichsen* und *Schultze* gehandelt. Ersterer findet an denselben eine zähe, körnige Masse, die an der Peripherie fest wird, in der Axe aber zähflüssig bleibt und durch Druck hervorbewegt werden kann. Der leere Raum, der dann bleibe, sei von einem Filz feiner Fäden begrenzt und zuweilen durchzogen. Die bekannten Kerne liegen zwischen diesen Fasern, und sollen Fortsätze haben, die manchmal Faserbündel umschlingen. *Erichsen* fand die feinen Fäserchen *Seeberg's* nicht, dagegen scheinen *Schultze's* Angaben eher zu stimmen. Nach ihm sieht man den Inhalt der structurlosen Scheide der Olfactoriusfasern schon mit *Humor vitreus* so deutlich längsstreifig, dass die Anwesenheit seiner Fäserchen im Innern sehr wahrscheinlich erscheint und wird dieselbe durch Erhärtung in chromsaurem Kali zur Gewissheit. Es sind 0,0002—0,001''' breite Fasern, welche zu Bündeln vereinigt und von einer durchsichtigen Scheide umhüllt, die von mir und andern beschriebenen Röhren bilden. Breitere und schmälere sind nebeneinander in einem Bündel vorhanden, an den breiteren finden sich Theilungen, manchmal wie es scheint selbst Anastomosen, welche das Isoliren der Fäserchen, die überhaupt eng aneinander kleben, erschweren. Dennoch sind an abgerissenen Enden der Bündel die Elemente oft sehr deutlich sichtbar. Gegen die feineren Aeste theilen und verschmälern sich die Bündel, die structurlose Scheide verliert sich und die Primitivfasern, die jetzt alle der feinsten Art angehören, treten frei auseinander. Die Fäserchen gleichen den durch wiederholte Theilung der Ganglienzellenfortsätze im *Bulbus olfactorius* entstandenen Elementen, welche Axencylindern analog sind und in ungeheuren Massen die Rinde des *Bulbus* zusammensetzen. Sobald sie die letztere verlassen, werden sie, zu Bündeln vereinigt, von einer Scheide umgeben, und stellen sich auch die Kerne ein, die jedoch nicht im Innern der Primitivfasern liegen. Diese Darstellung ist durch eine Reihe hübscher Zeichnungen in der neuesten Arbeit *Sch.'s* in den Hallenser Abhandlungen versinnlicht, und bemerke ich nur noch, dass er, nach einer Abbildung zu schliessen, nun auch den Zusammenhang der feinsten Olfactoriusfäserchen und der Riechzellen gesehen hat,

In Betreff dieser Angaben habe ich nun Folgendes zu sagen. Was ich in m. mikr. Anat. über den Zusammenhang von dunkelrandigen Fasern mit blassen Olfactoriusröhren in der Gegend der *Lamina cribrosa* angegeben, ist mir nun sehr zweifelhaft geworden, und bezieht sich das von mir gesehene (l. c. Fig. 438, 2 u. oben F. 355) wahrscheinlich auf eine Faser des *Nasociliaris*, wobei ich nur beizufügen habe, dass die Nasennerven bei Säugern viele *Remak*'sche Fasern enthalten, wie ich mit *Schultze* (Hall. Abh.) besonders am *Nasopalatinus* finde, der beim Ochsen z. B. ganz grau ist, so wie dass ihre dunkelrandigen Nerven schon sehr früh den Olfactoriusästen sich beizumengen scheinen, indem man schon in der Gegend der *Lamina cribrosa*, selbst innerhalb der Schädelhöhle solche findet. Die Beschaffenheit der grauen Olfactoriusfäden anlangend, so gebe ich *Schultze* zu, dass dieselben auch von geringeren Durchmessern als 0,002''', was ich früher als Grenze bezeichnet hatte, vorkommen, indem ich jetzt beim Frosch auch die feinsten varicösen Fädchen, die *Schultze* abbildet (Hall. Abh. Taf. II), gesehen, und auch bei Säugern, mehr in kleineren Aestchen als in den Stämmen, Fasern bis zu 0,001- und 0,0005''' beobachtet habe, dagegen hat *Schultze* nicht recht, wenn er behauptet, die von mir als primitive Olfactoriusfasern beschriebenen platten, leicht granulirten, mit Kernen versehener Gebilde von 0,002—0,003'' (s. mikr. Anat. Fig. 437 D, II, 2 p. 768) seien noch aus feineren Fasern zusammengesetzt. Selbst für die von mir beim Ochsen gefundenen dickeren Röhren bis zu 0,01''' scheint *Sch.'s* Auffassung nicht zu passen, indem bei diesem Geschöpfe sicherlich auch dickere Primitivfasern sich finden, doch will ich in dieser Beziehung darauf aufmerksam machen, einmal, dass die Durchmesser der Fasern bei ihrer grossen Zartheit durch Dehnung grosse Wechsel erleiden, einerseits zu breit,

andererseits zu gering werden, und zweitens, dass man allerdings kleinere Nervenstämmchen mit Primitivfasern verwechseln kann, wenn ein Druck auf dieselben eingewirkt und die Elemente undeutlich gemacht hat. — Ausserdem kann ich auch noch in einer andern Beziehung nicht mit *Schultze* übereinstimmen, nämlich dass die Kerne der Primitivfasern nicht in, sondern zwischen denselben liegen sollen. Ich habe mich an gut isolirten Fasern bestimmt vom Gegentheil überzeugt und finde in dieser Beziehung keinen Unterschied zwischen den grauen Fasern des *Olfactorius* und *Nasopalatinus*, in welchen letztern auch *Sch.* die Kerne in den Fasern sah. — Was endlich noch die Endigung des *Olfactorius* anlangt, so kann wohl der Zusammenhang desselben mit den Riechzellen nicht bezweifelt werden; immerhin ist hier noch nicht alles so klar, als es wünschbar wäre. Steht eine Olfactoriusfaser nur mit Einer Riechzelle oder mit Vielen in Verbindung, und was bedeuten im letztern Falle die feinsten Ausläufer der Fasern? Gehen sie einfach aus ächten Theilungen hervor, oder sind es vielleicht feinere, im Innern der Fasern enstandene Fibrillen? Diese und andere Fragen werden vielleicht noch längere Zeit auf ihre Beantwortung warten, nichts destoweniger ist die Wissenschaft *Eckhard*, *Ecker* und vor Allem *Schultze* für das bereits Gewonnene sehr verpflichtet.

Bei der Untersuchung des Geruchsorgans macht vor Allem die Zartheit des Epithels Schwierigkeiten und hat man daher nur Eiweisslösung oder *Humor vitreus* zur Befeuchtung zu nehmen. Die von *Eckhard* zuerst gewürdigte und dann von *Schultze* so glücklich erprobte Wirkung der Chromsäure und des chroms. Kali wurde oben schon angegeben. Senkrechte Schnitte erlangt man an den abgelösten Schleimhautstücken mit der Schere am besten, auch geben Faltenränder nicht selten gute Durchschnittsbilder. Die Schleimdrüsen findet man auf Schnitten, die *Bowman*'schen durch Zerzupfen, an Flächenansichten und an senkrechten Schnitten erhärteter Präparate. Für die Geruchsnerven ist am Geeignetsten das Zerzupfen und die Untersuchung in *H. vitreus* und Chromsäure; für den Verlauf derselben im Groben nützen Chromsäure und kaustische Alkalien nichts, eher die Compression frischer und mit Natron oder Essigsäure befeuchteter Präparate, und die Untersuchung in Wasser macerirter Schleimhaut, in welcher die Nerven lange sich halten.

Literatur. *Todd-Bowman*, in ihrem Handbuche II; *Kölliker*, Ueber den Bau der grauen Nervenfasern d. *Olfact.*, in Würzb. Verh. Bd. IV, p. 60; Ausbreitung der Nerv. in der Geruchsschleimhaut der Plagiostomen, Ebend. Bd. VIII; über das Epith. d. Riechschleimhaut des Frosches, Ebendas. Bd. IX, Sitzungsberichte; *Leydig*, in Beitr. z. Anat. d. Rochen und Haie 1852, p. 35; *Sappey*, *Recherch. sur les glandes de la pituitaire*, in *Gaz. med.* 1853, *Nr.* 35; *Kohlrausch*, Schwellgewebe der Muscheln in *Müll.* Arch. 1853, p. 149; *Gegenbaur* und *Leydig*, Bericht über e. Vers. an e. Hingerichteten, in Würzb. Verh. V; *Eckhard*, Beitr. z. Anat. über Phys. Heft I, Giessen 1855; *A. Ecker*, Ueber das Epithelium der Riechschleimhaut etc., in Freib. Berichten, Nov. 1855, und über die Geruchsschleimhaut des Menschen, in Zeitschr. f. w. Zool. VIII, 1856, Hft. II; *R. Seeberg*, *Disq. micr. de textura membr. pituit. nasi, Dorp.* 1856, *Diss.*; *M. Schultze*, Ueber die Endigungsweise der Geruchsnerven in Berl. Monatsb. 13. Nov. 1856 u. Abhandlungen d. nat. Ges. zu Halle, Bd. V; *Hoyer, H.*, *De tunicae mucosae narium structura. Berol.* 1857, *Diss.*; *B. Gastaldi*, *Nuove ricerche sulla termin. del nervo olfactorio*, *Memor. d. Acad. di Tor. XVII, p.* 372; *Erichsen*, *De textura nervi olfact. Dorp.* 1857, *Diss.*; *H. Luschka*, Ueber Schleimpolypen der Oberkieferhöhle, in Arch. f. path. Anat. VIII, p. 442.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.



